



Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Informatik
Professur Datenbankverwaltungssysteme

Diplomarbeit

Thema : Konzeption eines multimedialen Lernsystems unter Verwendung eines semistrukturierten Datenbanksystems

eingereicht von: Huyen-Diep Nguyen-Thi
am: 13.03.2002

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr. Wolfgang Benn
Betreuer: Dipl.-Inf. Oliver Langer

Copyright (C) 2002 Technische Universität Chemnitz,
Alle Rechte vorbehalten

Diplomaufgabe

Konzeption eines multimedialen Lernsystems unter Verwendung eines semistrukturierten Datenbanksystems

Beschreibung der Aufgabe:

Das an der Professur Datenverwaltungssysteme entwickelte System AMSys (Application Management System) stellt ein vereinfachtes Verwaltungssystem für semistrukturierte Daten dar. Basierend auf dem bereitgestellten Datenmodell bietet AMSys die Verwaltung allgemeiner Graphen, sowie den Zugriff auf extern verwaltete, heterogene Informationsquellen. Das Datenmodell wurde, um die Fähigkeit, Aktivitäten einzubinden, erweitert. Das Datenmodell lehnt sich an das objektorientierte Paradigma an, wobei es nicht den Klassenbegriff bzw. die Klassenzugehörigkeit einzelner Objekte zugrunde legt; auch können im Unterschied zum objektorientierten Datenmodell einzelne Objekte quasi Repräsentanten einer externen Informationsquelle darstellen. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaften eignet sich AMSys insbesondere bei der Implementierung (und damit auch der Verwaltung) sogenannter semantischer Netze über heterogene Informationsquellen. Dieser Aspekt soll im Rahmen der hiermit vorgesehenen Diplomarbeit genutzt und ggf. erweitert werden.

Sogenannte virtuelle Lernräume werden seit geraumer Zeit erforscht. Stellvertretend sei hierbei auf das Projekt ViKar der Universität Karlsruhe verwiesen. Vereinfacht zusammengefaßt handelt es sich bei virtuellen Lernräumen um virtuelle Umgebungen, in denen Lerner die von Lehrern bereitgestellten Kurse zur Erlernung eines Stoffes durchmustern bzw. anwenden können. Zusätzliche Hilfsmittel, wie beispielsweise das Ausarbeiten von Praktika, die Bereitstellung virtueller Assistenten, die Kommunikation mit Kommilitonen etc., werden zumeist ebenfalls bereitgestellt. Vorhandene Lösungen basieren dabei in den überwiegenden Fällen auf einer Kombination verschiedener Werkzeuge bzw. Standards, die durch entsprechende Erweiterungen zu einem virtuellen Lernserver zusammengesetzt werden.

In dem hiermit beabsichtigten Ansatz ist ein Konzept zu entwickeln, beim dem AMSys als zentrale Instanz einer virtuellen Lernumgebung fungieren soll. Dabei hält AMSys eine Verbindung zu einem Web-Server, von dem ausgehend die Funktionalität der virtuellen Lernumgebung über AMSys genutzt werden kann. Über die aktuell in AMSys vorhandene Funktionalität der Anbindung externer Informationsquellen ist weiterhin ein Konzept zur Nutzung externer Programme im Kontext der Lernumgebung zu entwerfen. Damit soll

u.a. die Möglichkeit zur Anwendung von Standardprogrammen bei der Realisierung von Lernmodulen bzw. bei deren Nutzung gegeben sein.

Es ergeben sich die folgenden Schwerpunkte:

- Auswahl einer Thematik für ein Exemplar eines Lernmoduls.
- Dokumentation vorhandener Lernkonzepte und Auswahl eines Konzepts als Grundlage. Aus jenem Lernkonzept geht u.a. die Art und Weise des Lernens, der Gestaltung von Lernmodulen und die beabsichtigte Interaktion zwischen Lerner und Lehrer etc. hervor.
- Beschreibung der für eine virtuelle Lernumgebung benötigten Komponenten.
- Darstellung des zugrundegelegten Workflows.
- Dokumentation einer Gesamtarchitektur, in der AMSys als zentrale Zugriffskomponente zur Speicherung der Daten und zur Adressierung der skizzierten Komponenten unter Verwendung eines semantischen Netzes fungiert.

Inhaltsverzeichnis

Diplomaufgabe	1
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	10
2 Aus pädagogischer Sicht	12
2.1 Lerntheorien	12
2.1.1 Pawlow	14
2.1.2 Skinner	14
2.1.3 Bandura	15
2.1.4 Lernen als Informationsverarbeitung nach Gagné	16
2.1.5 Entdeckendes Lernen	18
2.1.6 Handeln und Denken	19
2.2 Lehrmethoden	19
2.2.1 Der Unterricht	19
2.2.1.1 Phasen des Unterrichts	20
2.2.2 Didaktik	21
2.2.3 Kritisch-konstruktive Didaktik	22
2.2.4 Hamburger Modell	23
2.2.5 Kybernetische Didaktik	23
2.2.6 Curriculumtheorie	24
2.2.7 Weitere didaktische Modelle	25
2.3 Weitere Determinaten des Lern- und Lehrprozesses	26
2.3.1 Lernen mit Medien	26
2.3.2 Motivation	27
2.4 Zusammenfassung	28
3 Virtuelle Lernumgebungen	30
3.1 Beispiele virtueller Lernumgebungen	30
3.1.1 FernUni Hagen	31

3.1.2	Das Projekt ULI	31
3.1.3	VIROR	32
3.1.4	ViKar	32
3.1.5	JaTeK	33
3.1.6	AOF	33
3.1.7	Tele-LTC	34
3.1.8	Wissenswerkstatt	34
3.1.9	xml2html	35
3.1.10	FRANCO	36
3.1.11	Die Zusammenfassung	36
3.2	Eigenschaften virtueller Lernumgebungen	38
3.2.1	Benutzer einer Lernumgebung	38
3.2.1.1	Gruppe der Administratoren	38
3.2.1.2	Gruppe der Lehrenden	38
3.2.1.3	Der Autor	39
3.2.1.4	Der Dozent	39
3.2.1.5	Der Tutor	40
3.2.1.6	Der Lerner	40
3.2.2	Medien in virtuellen Lernumgebungen	41
3.2.2.1	Whiteboard	41
3.2.2.2	Blackboard	42
3.2.2.3	Chat	42
3.2.2.4	Nachschlagewerke	42
3.2.2.5	Übungen, Tests	42
3.2.2.6	Evaluierungen, Umfragen	42
3.2.2.7	Text als Medium	42
3.2.2.8	Bild	42
3.2.2.9	Ton	43
3.2.2.10	Animation	43
3.2.3	Eigenschaften der Lernmaterialien	43
3.2.3.1	Wiederverwendbarkeit	43
3.2.3.2	Lernförderlichkeit	43
3.2.3.3	Zusätzliche Funktionen	44
3.2.4	Technische Eigenschaften	45
3.2.4.1	Systemdienste	45
3.2.4.2	Externe Systeme, offene Standards	45
3.2.4.3	Qualitative Merkmale	45
3.2.4.4	Sonstige (technische) Eigenschaften	46
3.3	Vor- und Nachteile virtueller Lernumgebungen	47
3.3.1	Nachteile	47
3.3.2	Vorteile	48
4	Konzeption einer virtuellen Lernumgebung	49
4.1	Leitfaden für die Architektur	49
4.2	Allgemeiner Architekturaufbau	50
4.2.1	Aufgaben jeweiliger Ebenen	51

4.2.1.1	Speicherebene	51
4.2.1.2	Verwaltungsebene	52
4.2.1.3	Konvertierungsebene	52
4.2.1.4	Bereitstellungsebene	52
4.2.1.5	Ein-/Ausgabeebene	53
4.3	Verwaltungsebene	53
4.3.1	Komponenten der Verwaltungsebene	53
4.3.1.1	Katalogkomponente	53
4.3.1.2	Kurskomponente	54
4.3.1.3	Planungskomponente	56
4.3.1.4	Ablaufsteuerungskomponente	57
4.3.1.5	Layoutkomponente	60
4.3.1.6	Administrationskomponente	60
4.3.2	Zusammenspiel der Komponenten	61
4.3.3	Eigenschaften der erstellten Kurse	64
4.4	Ausschnitt aus dem Datenmodell	66
4.4.1	AMSys und das zugrundeliegende Datenmodell	66
4.4.2	Datenmodell der Katalogkomponenten	67
4.4.3	Datenmodell der Planungskomponenten	68
4.4.3.1	Typidentifikatoren	70
4.4.3.2	Typcodebaum	70
4.4.4	Datenmodell der Kurskomponenten	71
4.4.4.1	Modellierung der Unterrichtseinheiten	71
4.4.4.2	Folgen von Unterrichtseinheiten	76
4.4.4.3	Hinweise zur Implementierung	77
4.5	Bereitstellung von Kursen	77
4.5.1	Lernpfad	78
4.5.2	Erzeugung von Lernpfaden aus Kursbeschreibungen	79
4.5.3	Vorgehensweise zur Erzeugung von Kursmodulen	81
4.6	Ablaufsteuerungsvorlagen	82
4.6.1	Ablaufsteuerung bei der Kursgestaltung	83
4.6.2	Ablaufsteuerungsvorlagen für Kursinhalte	85
4.6.3	Ablaufsteuerungsvorlage zur wechselwirkenden Kursgestaltung und Nutzung	86
4.7	Zusammenfassung	87
5	Beispiel eines Fremdsprachekurses	88
5.1	Merkmale eines Fremdsprachekurses	88
5.2	Beispiel eines Kurses	89
5.2.1	Planung und Gestaltung des Unterrichts	89
5.2.2	Erzeugung des Lernmoduls	92
6	Zusammenfassung und Ausblick	93
	Literaturverzeichnis	94

Selbstständigkeitserklärung

96

Abbildungsverzeichnis

1.1	Lehr-/Lernprozeß	11
2.1	Informationsverarbeitung nach Bower und Hilgard	17
2.2	Kybernetische Didaktik	24
3.1	Verschiedene Medien in Lernumgebung	41
4.1	Fünf Ebenen der Architektur	51
4.2	Gestaltungsfaktoren für die Kursplanung	55
4.3	Gestaltungsfaktoren für den Unterricht	56
4.4	Inhalt der Planungskomponenten	58
4.5	Wechselwirkung zwischen Kursnutzung u. Kursgestaltung	59
4.6	Informationen zur Bereitstellung von Kursen	63
4.7	Wiederverwendungsmöglichkeiten eines Kurses	65
4.8	Kategorisierung von Informationseinheiten nach deren Format	68
4.9	Kategorisierung nach Themen	69
4.10	Struktur einer Unterrichtseinheit	71
4.11	Beispiel einer Verzweigung	74
4.12	Beispiel eines Prüfelements	75
4.13	Beispiel eines Wiederholungselements	76
4.14	Beispiel eines Typcodebaums	81
4.15	Lernpfad für den Anfänger und Fortgeschrittenen	81
4.16	Aufbau eines Plans gemäß einer Beispielvorlage	85
5.1	Plan eines Deutschunterrichts	89
5.2	Begrüßungsthema	90
5.3	Beispiel einer Grammatikeinheit	91
5.4	Beispiel einer Übungseinheit	91
5.5	Beispiel eines Tests	91
5.6	Der Lernpfad für Fortgeschrittene	92

Tabellenverzeichnis

2.1	Darstellungstechniken und Wirkungen	27
4.1	Umsetzung von Pfadsteuerungsdirektiven in HTML	79
4.2	Beispiel einer Zuordnung von Typcodes zu Adressaten	80

Abkürzungsverzeichnis

AMSys	Application Management System
API	Application Programming Interface
AOF	Authoring on the Fly
DTD	Document Type Definition
FRANCO	Flexible Reuse and Automatic Navigation of Courseware
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IRK	Inhaltsrepräsentationsknoten
IE	Informationseinheit
JaTeK	Java Based Teleteaching Kit
JVM	Java Virtual Machine
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LORE	Lightweight Object Repository
Tele-LTC	Tele-Learning, -Training, -Cooperation
OEM	Object Exchange Modell
OID	Object Identifier
PHP	PHP Hypertext Preprocessor
SGML	Standard Generalized Markup Language
UE	Unterrichtseinheit
ULI	Universitärer Lehrverband Informatik
UML	Unified Modeling Language
VHDL	Very high speed integrated circuit Hardware Description Language
ViKar	Virtueller Hochschulverbund Karlsruhe
VIROR	Virtuelle Hochschule Oberrhein
W3C	World Wide Web Consortium
XML	Extensible Markup Language
XSL	Extensible Stylesheet Language

Kapitel 1

Einleitung

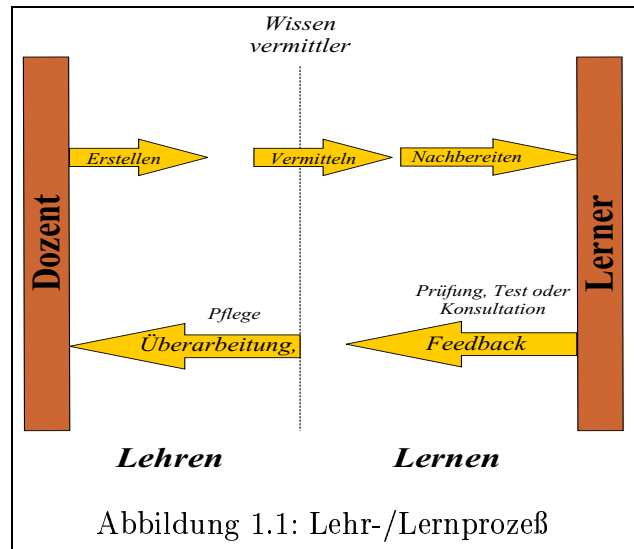
Im 17. Jahrhundert wurde erkannt, daß der Unterricht durch Bilder, Gegenstände oder Modelle ergänzt werden mußte. Die Erstellung von Modellen aus Holzschnitt und Kupferstich waren jedoch sehr teuer, so daß sich nur reiche Familien entsprechendes Lernmaterial anschaffen konnten. Um 1798 wurde dann die Lithographie erfunden. Durch diesen technischen Durchbruch war es dann möglich, Bilder als Lehrmittel zu verwenden.

Ähnlich wie damals geht auch heute die Entwicklung in allen Bereichen stetig voran. Es werden neue Erkenntnisse in der Wissenschaft gewonnen, neue Lehrmodelle geschaffen bzw. bestehende werden immer komplexer. Auch werden die Anforderungen an die Modelle immer umfangreicher und anspruchsvoller, so daß heute noch Bedarf für die Weiterentwicklung der Lehre besteht.

Beispielsweise können in Labor- und Praktikumsplätzen nicht alle Aspekte gegenwärtiger Theorien exemplarisch gezeigt werden. So ist die Explosion in der Physiklehre nur bedingt "vorzeigbar". In solchen Fällen helfen nur Simulationen oder Filmaufnahmen. Das Lernen an realen Modellen bleibt dadurch zwar immer noch schwer, wird allerdings durch den Einsatz der Medien (Simulation bzw. Filmaufnahmen) greifbarer. Medien können somit Unterstützung beim Lernen bieten. Betrachtung des aktuellen Standes der Technik, d.h. des zur Zeit Machbaren und Weiterführung des Gedankens des Einsatzes mehrerer Medien, nähert sich vielleicht die Vision, in Zukunft ganze Lernprozesse zu visualisieren. Der Rechner mit seinen multimedialen Eigenschaften spielt in diesem Umfeld eine wichtige Rolle.

Die Betrachtung der Software zur Realisierung von virtuellen, multimedialen Lernumgebungen ist Gegenstand der vorliegenden Diplomarbeit. Dabei wird gleich zu Beginn ein Überblick über die Lehr- und Lernprozesse der realen Welt gegeben. Einen ersten Eindruck davon vermittelt die Abbildung 1.1. Wie zu erkennen ist, unterteilen sich Lehr- und Lernprozess in mehrere Phasen. Zum Beispiel erstellt der Lehrer die Lehrmaterialien und vermittelt sie an die Lernenden. Die Lernenden bereiten das Gelernte auf und geben u.a. durch Tests, Prüfungen oder Konsultationen Feedback an den Lehrer. Dieser wiederum kann dadurch die noch zu überarbeiteten Unterlagen ausfindig machen und damit seinen Lehrprozess anpassen. Der Ablauf zwischen Lehren und Lernen läuft in diesem Zyklus immer so weiter.

In einer virtuellen Lernumgebung müssen unter anderem auch diese Phasen sowie die Eigenschaften des Lernens und Lehrens an sich berücksichtigt werden. Diese Aufgabe ist weniger von technischer Natur, sondern fällt eher in den Bereich der Pädagogik, der in



Kapitel 2 auszugsweise behandelt wird. Untersuchungen aktueller Ansätze, Projekte, Prototypen etc., die sich mit dem komplexen Gebiet des virtuellen Lernens auf verschiedene Art und Weise befassen, werden im Kapitel 3 präsentiert. Hier werden u.a. das Projekt der Fernuniversität Hagen, das Projekt ViKar der Universität Karlsruhe betrachtet. Auch werden in diesem Kapitel verschiedene allgemeine Eigenschaften, Anforderungen und zum Schluß einige Vor- und Nachteile von Lernumgebungen genannt.

Nach dem Überblick über die aktuellen Gegebenheiten und der Nennung einiger Anforderungen wird in Kapitel 4 ein Konzept vorgestellt, welches die Basis für eine auf AMSys aufbauende Lernumgebung dargestellt. Im darauf anschließenden Kapitel 5 wird ein Ausschnitt eines auf dem ausgearbeiteten Konzept basierenden Fremdsprachekurses illustriert.

Kapitel 2

Aus pädagogischer Sicht

Lehren und Lernen sind die fundamentalen Prozesse zur Vermittlung von Wissen. Durch das Lernen eignet man sich Wissen bezüglich eines Gebiets, Faches, Verhaltensweisen, sozialer Interaktion etc. an. Mit dem Prozeß des Lehrens wird versucht, Wissen an weitere Personen zu vermitteln. Diese beiden Prozesse stehen in Wechselwirkung, deren Faktoren in diesem Kapitel aus der Sicht der Erziehungswissenschaften auszugsweise betrachtet werden. Dabei wird unter anderem untersucht, was unter "Lernen" und "Lehren" aus der Sicht der Pädagogik verstanden wird, welche Lernmodelle es gibt, wie Lern- bzw. Lehrprozesse aufgebaut sind und wie sie in Beziehung zueinander stehen.

Die Betrachtungen in diesem Kapitel dienen letztendlich dazu, die Möglichkeiten virtueller Lernumgebungen auch aus pädagogischer Sicht zu messen. Auch dienen sie zur Anlehnung virtueller Lernumgebung an aktuelle Gegebenheiten der realen Lernwelt, um zu große Abweichungen und damit die Konzeption pädagogisch schwer vertretbarer Konstrukte zu vermeiden.

2.1 Lerntheorien

Nach der klassischen, immer wieder zitierten Definition von Bower/ Hilgard [12] bezieht sich Lernen auf *"die langfristige Veränderung des Verhaltens oder im Verhaltenspotential eines Organismus in einer bestimmten Situation, die auf wiederholte Erfahrungen des Organismus in dieser Situation zurückgeht"*.

In der Literatur werden als Ziel solcher Veränderungen häufig die folgenden Wissensarten unterschieden:

- **Deklaratives Wissen:** das Wissen von Fakten oder grundlegenden Konzepten. Es kann ohne Kenntnis von Zusammenhängen, Hintergründen oder Ursachen erlernt werden.
- **Prozedurales Wissen:** das Wissen über Handlungsrouinen und Bewegungsabläufe. Dieses Wissen kennzeichnet sich durch drei Merkmale aus: Zielgerichtetheit, Zerlegung des Gesamtziels in Teilziele und die Handlungen.
- **Adaptives Wissen:** Verständniswissen oder konzeptionelles Wissen; befähigt zum Verstehen und Erklären allgemeiner Ursache-Wirkung-Zusammenhänge. Es handelt sich um bedeutungsvolles Wissen.

- **Strategisches Wissen:** darunter sind generelle Kompetenzen zu verstehen, die in zahlreichen Domänen und Situationen zum Problemlösen eingesetzt werden können. Diese Kompetenzen sind in der Regel nicht angeboren, sondern müssen im Verlauf eines Lebens mühsam erlernt werden.

Um einen neuen Lerninhalt zu verstehen, muß das Gehirn in der Lage sein, Sinnesdaten in bedeutungshaltigen Informationen für die jeweilige Wissensart zu verwandeln, damit Neues zu Bekanntem werden kann. Der Pädagogiker Weidenmann charakterisiert in [15] den Lernprozeß wie folgt:

Um Neues zu verstehen, muß man bereits etwas wissen. Wenn wir zu einem Lerninhalt kein verwendbares Vorwissen mitbringen, wird er uns fremd bleiben; wir verstehen nichts.

Er bringt folgendes Beispiel: *Selbst wenn man eine Fremdsprache lernt und noch nie etwas über diese Sprache erfahren hat, kann man doch eine Menge an hilfreichem Vorwissen verwenden. Man verfügt bereits über Kenntnisse einer Sprache und wird alle neuen Vokabeln in die Muttersprache übersetzen, um ihren Sinn zu erfassen.*

Damit betont Weidenmann die Wichtigkeit des Vorwissens, und er gibt indirekt zu verstehen, daß das *Wissen* beim Lerner entsteht. Wissen kann somit nicht per se von einem Lehrer an einen Lerner übertragen werden.

Weidenmann stellt sich unter anderem die Frage, wie dieses Vorwissen, das wir in der Lernsituation einbringen, organisiert ist und wie es in der Lernsituation eingebracht wird. Bezüglich dieser Fragestellungen unterscheidet er wiederum die folgenden Wissenstypen:

- *Schemata:* Das sind gespeicherte Vorstellungen über Objekte, die häufig auftreten. Diese Vorstellungen sind prototypisch, d.h. teils festgelegt, teils offen.
- *Skripts:* Für Situationen, die im Alltag immer wieder auftreten, sind Handlungspläne gespeichert. Das Skript läßt die Situationen vertraut erscheinen, indem es das notwendige Vorwissen bereits stellt.
- *Mentale Modelle:* Dies sind Wissensstrukturen, die aus konkreten Erfahrungen gewonnen wurden. Sie sind aber gleichzeitig allgemein genug, um neue Sinneseindrücke einordnen zu können. Mentale Modelle sind Vorstellungen, die zu komplexen Abläufen und Zusammenhängen entwickelt werden. Ein typisches Merkmal mentaler Modelle ist, daß sie in Gedanken dynamisch durchgespielt werden können und daß sich die Auswirkungen von Eingaben wie in einer Simulation vorstellbar sind.

Aufgrund der Notwendigkeit des Vorwissens und seiner Abrufbarkeit muß der Meinung von Weidenmann zu Folge deshalb der Lernstoff in seiner ganzen Komplexität in möglichst authentischen Situationen vermittelt werden. Er nennt diesbzgl. ein Beispiel: *Man reist nach London, hat sich gut vorbereitet und alle Vokabeln wiederholt. Vor Ort hat man festgestellt, daß einem trotz der Vorbereitung nicht immer die richtigen Vokabeln einfallen.*

Dieses Phänomen wird *träges Wissen* genannt, welches in konkreten Anwendungssituationen nicht abgerufen werden kann. Nach Weidenmann wäre dies nicht passiert, hätte zu Übungszwecken Unterhaltung mit einem englischen Austauschstudenten unterhalten, Kommunikation via Chat mit einem Native Speaker und zusätzlich noch das Lesen des *Economists* oder der *New York Times* stattgefunden.

Die Lernsituation und das Vorwissen in Verbindung mit den verschiedenen Wissensstrukturen erfüllen aus seiner Sicht eine wichtige Funktion: sie minimieren Aufwand in

unserem Gehirn und machen uns im Alltag handlungsfähig. Dadurch, daß die meisten der einströmenden Sinnesdaten rasch in Schemata, Skripts oder mentale Modelle "einfangen" werden können, wird ein umständliches und aufwendiges Verarbeiten der Reizflut vermieden. Auf dieser Sichtweise aufbauend beschreibt Weidenmann den Begriff des *Verstehens* und den des *Lernens* wie folgt:

- Verstehen bedeutet, Sinnesdaten mit bestehenden Wissensstrukturen einzufangen. Es bedeutet dann der Eindruck, das Neue sei bekannt. Damit ist noch nichts darüber ausgesagt, ob ein Sachverhalt objektiv tatsächlich erfaßt wurde.
- Lernen heißt, bestehende Wissensstrukturen verändern (z.B. Schemata, Skripts, mentale Modelle). Diese Veränderung kann als Erweiterung, Korrektur oder völlige Neukonstruktion fungieren.

Beim Verstehen wird versucht, die Wissensstrukturen mit den neuen Daten zu bestätigen; beim Lernen werden die Wissensstrukturen aufgrund der neuen Daten verändert. Beide Vorgänge sind aber miteinander verzahnt. Mit Hilfe der bestehenden Wissensstrukturen werden rasch Vermutungen entwickelt, worum es geht, wie es wohl weiter gehen wird usw. Es kann aber auch zu Verstehenskrisen kommen, wenn es nicht gelingt, die Informationen mit bestehenden Wissensstrukturen "einzufangen". Dann werden diese Lücken entweder einfach hin genommen und es wird sich mit dem Nichtverstehen begnügt; es kommt zu keinem Lernen. Oder es wird eine passende Wissensstruktur konstruiert; dann hat Lernen stattgefunden.

Mit den nachfolgenden Ausführungen in diesem Abschnitt seien ein paar pädagogische Sichtweisen bezüglich des Lernbegriffs genannt. Hierbei soll betrachtet werden, wie ein Individuum (Schüler) lernt, d.h. welche Determinanten aus Sicht des Individuums eine Rolle spielen. Dies führt zu den sogenannten Lerntheorien.

2.1.1 Pawlow

Zum ersten Mal in der Geschichte der Lernforschung brachte Palow die Forschungsergebnisse in eine objektive, meßbare, beliebig nachvollziehbare Form. Das Lernen wird bei Pawlow als *Konditionierungsvorgang* verstanden. D.h. das Lernen beruht auf der Verbindung von Reiz und Reaktion. Demzufolge wird bei Auftreten eines Reizes eine entsprechende Reaktion instinktiv ausgeführt. Durch ständiges Trainieren lernt das Individuum, die Reaktion bei Vorlage des entsprechenden Reizes auszuführen. Diese Phänomen wurde von Pawlow durch das berühmte Experiment mit seinem Hund illustriert und zum Beispiel in [1] [10] beschrieben.

2.1.2 Skinner

Eine Erweiterung der Palow'schen Theorie stellt die von Skinner dar. Nach dieser handelt es sich beim Lernen um *Reiz-Reaktion-Verbindungen*. In seiner Theorie wird ein bestimmter Reiz erst dann präsent, wenn der Organismus eine bestimmte Reaktion zeigt. Entsprechend wurde diese Theorie als *operantes Lernen* bezeichnet.

Skinner experimentierte systematisch vor allem mit dem Lernen am Erfolg und dem Lernen durch Verstärkung. Verstärker kann jedes Ereignis sein, das die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens erhöht. Mit diesem Modell hebt Skinner die Aktivität eines

Lerners hervor, der nach seiner Vorstellung nicht rein reaktiv ist. Allerdings vermag auch Skinner nicht die hinter dem Aktivitätsdrang stehenden Ziele, Motivationen, die jeweils gegebene Situation etc. näher zu erläutern.

2.1.3 Bandura

Nach der Theorie von Bandura handelt es sich stets um ein *Beobachtungslernen* oder um ein Lernen am Modell.

Bandura und seine Forschungsgruppe haben herausgearbeitet, daß zwischen der Anregung des Verhaltens durch ein Modell und der Ausführung des Verhaltens durch den Beobachter mehrere kognitive Verarbeitungsprozesse liegen. Das Verhalten hängt von diesen kognitiven Prozessen ab, aber auch von der äußeren Verstärkung des Beobachtenden, von der stellvertretenden Verstärkung des Modells und von der Selbstverstärkung des Beobachters, also von Selbstregulation. Lernen ist also nicht nur Imitieren, sondern eine umfassende "Person-Situation-Interaktion".

Bandura unterscheidet folgende Verarbeitungsphasen:

- Aufmerksamkeitsphase
- Behaltensphase
- Reproduktionsphase
- Motivationsphase

In der Aufmerksamkeitsphase beobachtet der Schüler das modellhafte Verhalten des Lehrers. Damit akzeptiert der Schüler implizit den Status, die Kompetenz und die Sachkenntnis des Lehrers bzw. wird die Aufmerksamkeitshaltung gestärkt. Zudem rechnet der Schüler mit einer Belohnung bei aufmerksamen und einer Bestrafung bei unaufmerksamen Verhalten[19]. Die Aufmerksamkeitshaltung kann zudem durch explizite Hinweise gestärkt werden. In etwa kann auf die Bedeutung eines Lehrstoffes im Hinblick auf einen anstehenden Test hingewiesen werden.

In der Behaltensphase muß der Lerner das Beobachtete mental verarbeiten, in dem er sich korrespondierende Gedächtnishilfen und Schemata aneignet. Nach Bandura ist das Verarbeiten oder auch Einüben des Beobachteten für das Erlernen und Behalten wichtig.

In der Reproduktionsphase dienen die in der vorherigen Phase erlernten Schemata zur Durchführung des erlernten Verhaltens. Es konnte nachgewiesen werden, dass durch die Reproduktionsphase das Beobachtungslernen an Genauigkeit gewinnt. Auf der anderen Seite ermöglicht diese Phase auch zu überprüfen, ob der Schüler das Verhalten korrekt und vollständig gelernt hat. Dadurch wiederum kann der Lehrer bei Bedarf eingreifen und ergänzende Informationen geben.

In der letzten Phase, der Motivationsphase, geht es um die Anwendung des bereits Erlernten. Das Wesentliche dieser Idee besteht darin, daß das Erlernte in Abhängigkeit von zuvor getätigter Verstärkung/ Belohnung bzw. Schwächung/ Bestrafung zur Anwendung motiviert wird. D.h. wird eine erlernte Verhaltensweise öfter belohnt, so ist die Bereitschaft, jene in einer angemessenen Situation zu initiieren, höher.

Mit dem Modell von Bandura werden demzufolge die externen Einflüsse seitens der Umwelt oder auch Situation und die internen Verarbeitungsprozesse (Motivation, Aufbau

von Schemata, etc.) berücksichtigt. Ergänzend dazu betrachtet das Modell den Schüler als aktives Subjekt, dessen Handeln zum Lernprozess entscheiden beiträgt. Ebenso wird die Funktion des Lehrers hervorgehoben, anhand dessen Verhalten die Schüler lernen. Demzufolge hängt der Erfolg des Lernens auch von der Leistung des Lehrers ab. Er kann in dem dargestellten Prozeß in vielerlei Arten unterstützen: beispielsweise durch Wiederholung von Kernthemen, Geben von Gedächtnishilfen, Beispielen usw.

2.1.4 Lernen als Informationsverarbeitung nach Gagné

Die Arbeit von Robert M. Gagné [9] gilt als besonders für schulisches Lernen wichtigster Versuch. Er versucht eine Intergration beider Denkrichtungen zwischen der Wahrnehmung, der Einsicht des produktiven Denkens und Problemlösens beim Lernen und der inneren Repräsentation und Verarbeitung der Umwelt in Wissensstrukturen und Handlungsplänen.

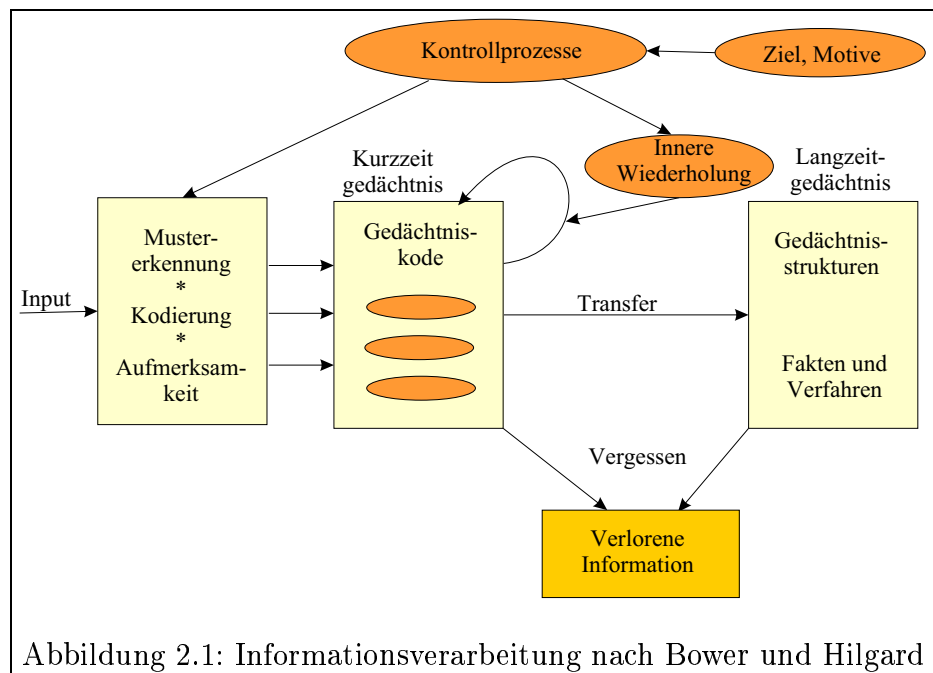
Er entwickelt acht Lerntypen, die hierarchisch aufeinander aufbauen.

1. Signallernen (vgl. Pawlow'sche Hund 2.1.1)
2. Reiz-Reaktions-Lernen (vgl. Skinner 2.1.2)
3. motorische Kettenbildung
4. sprachliche Kettenbildung
5. Lernen von Unterscheidungen
6. Begriffslernen
7. Regellernen
8. Problemlösen

Die Theorie von Gagné hat erstmalig kognitive Prozesse mitberücksichtigt. Diese Sichtweise wurde wesentlich später u.a. von Bower und Hilgard in [12] erweitert. Ihrer Ansicht nach ist Lernen als eine Art von Informationsverarbeitung in Analogie zum "Elektronengehirn", dem Computer, zu begreifen. Die folgende Abbildung 2.1 zeigt als Modell die wesentlichen Elemente seiner Definition von Informationsverarbeitung:

Ein in das Wahrnehmungssystem eingegebener Stimulus wird als Muster erkannt. Nur ein kleiner Teil des Wahrgenommenen wird in dem Kurzzeitgedächtnis durch selektive Wahrnehmung weitergegeben und aufbewahrt. Wird diese reduzierte Information wiederholt und erneuert, bleibt sie im Kurzzeitgedächtnis - vergleichbar mit dem Arbeitsspeicher eines Rechners - erhalten (Gedächtniscode). Der Arbeitsspeicher des Kurzzeitgedächtnisses ist also eine Art Flaschenhals für den gesamten Informationsfluss. Wird eine Information als dauerhaft behaltenswert erachtet, wird sie in das Langzeitgedächtnis transferiert. Andernfalls wird sie vergessen. Beim Transfer kommt es erneut zur Kodierung, d.h. zur Verknüpfung und Intergration in die bestehenden, hierarchisch oder topisch strukturierten Gedächtnisstrukturen, d.h. in die dort vernetzten Fakten und Verfahren.

Im Umfeld dieser Lerntheorie wird insbesondere die Assoziativität von Stimuli und Gedächtnis, aber auch von Strukturen innerhalb des Gedächtnisses in den Vordergrund



gestellt. In Experimenten konnte nachgewiesen werden, daß entsprechende Ausprägungen physischer¹ und emotionaler² Qualitäten von Stimuli den Lernprozeß unterstützen können. Auch können große Diskrepanzen³ im Stimulus die Aufmerksamkeit von Schülern erhöhen und somit unterstützend wirken. Gleiches gilt für den Aufforderungscharakter von Stimuli, die explizit auf die Wichtigkeit eines Sachverhaltes oder Verhaltens hinweisen können. Auch können Stimuli eine Orientierungshilfe geben, anhand derer die Schüler ihre Aufmerksamkeit auf einen ganz bestimmten Bereich einschränken können. Diese besonderen Ausprägungen von Stimuli sollten jedoch nicht zu oft und auch nicht zu komplex angewandt werden [19], da der Unterstützungseffekt sonst nachlassen kann.

Bezüglich der Beziehungen von Strukturen innerhalb des kognitiven Systems steht das Wiedererinnern an bereits gespeichertes Wissen im Vordergrund. In [19] werden einige Arbeiten erwähnt, die die assoziative Verarbeitungsweise des Gehirns betonen. So werden Begriffe einzeln meist schlechter behalten als in einem Kontext. Auch wird gezeigt, daß Sachverhalte mit hoher Assoziation zu anderen Themen besser aus dem Langzeitgedächtnis geholt werden als solche, für die das nicht gilt. Gleiches gilt für die Übernahme in das Langzeitgedächtnis: Sachverhalte mit hoher Assoziation werden leichter aufgenommen als solche mit geringerer. Solche Assoziationen werden häufig auch als "Gedächtnisstützen" bezeichnet. Ergänzend zur Verbesserung der Wissensaufnahme und -erinnerung konnte zudem gezeigt werden, daß Wissen mit hohem Assoziationsgrad gut in veränderten Situationen verwendet werden kann.

Eine speziellere Form der Assoziierung wird von Ausubel [5] vorgeschlagen: hierbei erwähnt der Lehrer mit dem Beginn des Unterrichts die Strukturierung der Unterrichtseinheit. Damit soll den Schülern ein "Gerüst" für die kommenden Inhalte gegeben werden.

¹beispielsweise Betonung eines Satzes

²beispielsweise Verwendung spezieller Begriffe

³beispielsweise Nennung scheinbar unvereinbarer Sachverhalte

Das Gerüst dient dabei, das vermittelte Wissen in einen Kontext zu stellen und auf diese Weise die Assoziation zu erhöhen.

Wiederum eine spezielle Ausprägung der Assoziierung schlägt Gagné vor. Er geht von einer hierarchischen Strukturierung des Lehrstoffes aus. Dabei wird von den untersten Ebenen beginnend der Lehrstoff vermittelt. Ist eine Einheit verstanden bzw. erfolgreich gelehrt worden, so geht es zu der nächst übergeordneten Einheit. Auf diese Weise versucht Gagne unterschiedlich abstrakte Ebenen schrittweise einzuführen und abstraktere Begriffe anhand konkreterer einprägsamer vermitteln zu können.

Unabhängig ob hierarchisch oder vorstrukturiert konnte in empirischen Untersuchungen nachgewiesen werden, daß strukturiertes Lehrmaterial wesentlich besser gelernt wurde als unstrukturiertes. D.h. daß vorliegendes Informationsmaterial besser gelernt wird, wenn es in einem dem Schüler bekannten Kontext gelehrt wird. Fehlt ein solcher Kontext, so sollte der Lehrer einen einführen bzw. vorgeben.

Ebenfalls mit der kognitiven Informationsverarbeitung zusammenhängend konnte nachgewiesen werden, daß handelndes Lernen besser verinnerlicht wird, als eine passive Aufnahme. D.h. bei einer aktiven Aufnahme des Wissens nimmt der Schüler nicht nur das Wissen an sich auf, sondern verarbeitet es im Sinne des Lehrstoffes, in dem er es reproduziert, anwendet usw. Dadurch wiederum wird das aufzunehmende Wissen mit weiterem, mit den handelnden Elementen verbundenen Wissen assoziiert, wodurch dessen Erinnerungswahrscheinlichkeit erhöht wird. Die Bedeutung des Handelns wird auch von Hans Aebli's Lerntheorie "Handeln und Denken" [2] (siehe Abschnitt 2.1.6) unterstrichen. Er konnte anhand empirischer Untersuchungen nachweisen, daß sich Denkstrukturen aus verinnerlichten Handlungen entwickeln.

Als weitere Möglichkeiten zur Verstärkung der Assoziation und damit der Erinnerungswahrscheinlichkeit sind außerdem Gedächtnisstützen in Form von bildhaften Vorstellungen, Schlüsselworten etc. denkbar.

Zusammenfassend kann bzgl. der kognitiven Aspekte folgendes gesagt werden: Die Sinngebung eines Lehrstoffes erfolgt beim Schüler, in dem dieser gemäß "seiner kognitiven Architektur" das Wahrgenommene über Assoziationen in seinen Kontext des bisher Gelernten bringt. Daraus ergeben sich wichtige Anforderungen an die Gestaltung des Lehrprozesses. Es werden hierbei Anforderungen an die Qualität des Lernstoffes implizit vorgegeben: er sollte nicht kontextlos sein, damit er einfach wieder zu finden ist. Damit zusammenhängend sollte er genügend Möglichkeiten zur Anknüpfung an bestehendes Wissen, aber auch zur späteren Anknüpfung von neuem Wissen bieten. Zudem sollte der Lernstoff eine geeignete Struktur aufweisen. Schüler sind keine passiven Speicher, sondern agieren bzw. reagieren auf Stimuli, verarbeiten und assoziieren jene. Dieser Prozeß des Assoziierens wird durch entsprechende Strukturierung und bei erhöhter aktiver Aufnahme seitens des Schülers besser verinnerlicht.

2.1.5 Entdeckendes Lernen

Als Ergänzung zum Ansatz "Lernen als Informationsverarbeitung" kann das sog. "Entdeckende Lernen" von Bruner (siehe auch [10]) gesehen werden. Er betont, daß neben der Wissensaufnahme und Wissenswiedergabe durch Assoziation auch die Transfermöglichkeiten von Begriffen gelernt werden sollen. Schüler sollen demnach Probleme besser selbständig lösen können, indem sie lernen, wie bereits erlernte Begriffe und Regeln auf

neue Kontexte übertragen werden können. Das Entdecken der jeweiligen Anwendbarkeit gilt es hierbei, im Unterricht zu vermitteln.

2.1.6 Handeln und Denken

Hans Aebli hat in seinen Arbeiten zur handlungstheoretischen Grundlegung schulischer Lernprozesse überzeugend belegt, daß sich Denkstrukturen aus verinnerlichten Handlungen entwickeln. Aebli's fundamentale These ist: "Denken geht aus dem Handeln hervor, und es trägt - als echtes, d.h. noch nicht dualistisch pervertiertes Denken - noch grundlegende Züge des Handelns, insbesondere seine Zielgerichtetheit und Konstruktivität".

Damit betont Aebli insbesondere die Aktivität auf Seiten des Lernalers. Der Lerner hat Ziele und gestaltet sich zudem seinen Lernprozess. Der Lerner lernt zudem effektiver, wenn er mit dem Gelernten umgeht, d.h. es auch praktisch übt oder besser gesagt, erfährt.

2.2 Lehrmethoden

Zur Vermittlung von Wissen an eine Anzahl an Schülern bedient sich der Lehrer verschiedener Lehrmethoden. In den folgenden Abschnitten werden daher verschiedene, praxisrelevante Lehrmethoden beschrieben. Da diese überwiegend im Kontext eines Unterrichts angewandt werden, erfolgt vorab eine Erläuterung der Merkmale und Zielsetzungen des Unterrichts.

2.2.1 Der Unterricht

Unterricht dient zur Wissensvermittlung, aber auch in gewissen Konstitutionen (Kindergarten, Schule, etc) zur Erziehung, Charakterbildung und Interaktion zwischen Lehrer und Lernendem [1]. Unterricht ist kommunikatives Handeln. In [1] werden zwei Betrachtungsebenen bezüglich des Unterrichts unterschieden: die

- *sozial-interaktionelle* und
- *didaktisch-methodische Ebene*.

In den nachfolgenden Ausführungen wird nur die didaktisch-methodische Ebene und vernachlässigen daher aufgrund des Umfangs dieser Arbeit die sozial-interaktionelle Ebene betrachtet. Es sei jedoch angemerkt, daß der sozial-interaktionellen Ebene gerade im Bereich der Schule eine wichtige Rolle zukommt und hohe Anforderungen an virtuelle Lernumgebung stellen kann.

Auf der didaktisch-methodischen Ebene spielt die Strukturierung des Unterrichts eine wesentliche Rolle. Nach [1] läßt sich der Unterricht unter folgenden Gesichtspunkten strukturieren:

- Inhalt
- Intention
- Methode/Medium

- Evaluation

So werden im Unterricht Inhalte behandelt, die auf bestimmte Intentionen (beispielsweise möchte der Lehrer ein bestimmtes Thema behandeln) beruhen. Bei der Vermittlung des Inhalts wendet der Lehrer unter Umständen mehrere Methoden an, oder er nutzt mehrere Medien. Beides muß der Lehrer für den jeweiligen Adressaten anpassen. Der Lehrer führt zwischenzeitlich Lernkontrollen durch, anhand derer er zum Beispiel den Lernerfolg der Schüler evaluieren kann.

Die Gestaltungsmöglichkeiten richten sich je nach den Schülern, dem Lehrer selbst, den Lehrplänen und nach der Institution. So besitzen die Schüler ein gewisses Vorwissen und eine gewisse Leistungsbereitschaft, die im Unterricht zu berücksichtigen sind. Auf der anderen Seite bringt der Lehrer gewisse Vorlieben und Methoden zur Gestaltung seines Unterrichts mit. Er muß sich natürlich auch nach den vorgegeben Lehrplänen und nach den für das jeweilige Institut geltenden Rechten und interaktionellen Gegebenheiten richten.

Es ist intuitiv klar, daß die einzelnen Faktoren in wechselseitiger Beziehung stehen und ggf. für eine hohe Dynamik der Unterrichtsstrukturierung sorgen können. Dies bedeutet, daß der Unterricht nicht immer fest vorgegeben werden und sich u.a. nach dem Einfluß der Faktoren richten kann. Der Lehrer muß sich je nach Situation für eine aus seiner Sicht jeweils angemessene Unterrichtsgestaltung entscheiden.

In der Pädagogik werden verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten und -mittel diskutiert, von denen einige nachfolgend beschrieben werden. Dabei wird in Didaktik und Methodik unterschieden. Didaktik wird hierbei im Sinne von [1] als eine "nach bestimmten Prinzipien durchgeführte und auf allgemeine Intentionen bezogene Transformation von Inhalten zu Unterrichtsgegenständen" verstanden - sie adressiert somit Fragen bzgl. der Inhaltsbeschaffung für den Unterricht. Unter Methodik wird die Aufbereitung der aus der Didaktik gewonnen Inhalte verstanden. Dabei richtet sich diese Aufbereitung gezielt auf die jeweilige Lerngruppe.

2.2.1.1 Phasen des Unterrichts

An dieser Stelle sei eine Feststellung von [1] genannt, die sich auf generelle, also vom jeweiligen didaktischen Modell unabhängige Phasen des Lernablaufs (und damit auch des Unterrichtsablaufs) bezieht:

- **Kontakt:** Die Teilnehmer machen sich in einer ersten Annäherung mit dem Thema, der Aufgabe, dem Projekt vertraut, indem sie es auf eigene Erfahrungen, d.h. ihnen schon verfügbares Wissen beziehen.
- **Formulieren der Fragestellung:** Vor dem Hintergrund der eigenen Erfahrungen, Interessen und des Vorwissens halten die Teilnehmer für sie wichtige Aspekte, Fragen, Probleme am Thema fest, die sie weiter verfolgen wollen.
- **Erarbeitung:** Die Teilnehmer versuchen, sich in die gewählten Probleme und Fragestellungen einzuarbeiten, Erklärungen zu finden und gegebenenfalls Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Hierzu benötigen sie die Materialien (Text, Film, Tabelle, usw.)

- **Präsentation:** Die Arbeitsergebnisse werden allen anderen Teilnehmern des Kurses verfügbar gemacht. Damit sind die Lösungsvorschläge diskutierbar, prüfbar und werden neue Gesichtspunkte ergänzt. In der Konfrontation und im Vergleich von Vorschlägen kommt zusätzlich ein kritisches Moment ins Spiel.
- **Festhalten - Übertragen:** Die Arbeits- und Diskussionsresultate werden in Form von Wandzeitungen, Ausstellungen (bei größeren Projekten) oder Broschüren festgehalten. Wenn es sich von thematisch her anbietet, werden dabei auch Hinweise aufgenommen.

2.2.2 Didaktik

Im Unterricht werden Inhalte unter einer bestimmten Intension vermittelt. Zu den Inhalten zählen u.a. Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen. Vermitteln bezeichnet einen Vorgang, der sowohl vom Lehrer als auch vom Lernenden aktive Aneignungs- und Verarbeitungsprozesse verlangt. Didaktik bezeichnet sich demnach als:

- Auswahl der Bildungsinhalte
- Systemplanung des Unterrichts
- kommunikativ-educatives Unterrichtshandeln
- die erkenntnisleitenden Interessen der Vermittlung von Unterrichtsinhalten

Für die Umsetzung dieser Zielstellungen gilt nach [1] für die didaktische Aufbereitung von Informationen:

- Verfügbarmachung bzw. Erarbeitung des Inhalts
- Aufbereitung nach didaktischen Prinzipien, um somit einen für den Unterricht geeigneten Inhalt zu erhalten.

Bei der Nennung der Prinzipien berücksichtigt Kaiser, daß der Mensch stets in konkreten Situationen handelt. Hieraus ergeben sich die folgenden Prinzipien zur Aufbereitung didaktischer Inhalte:

- **Prinzip der Situationsbezogenheit:** Lerneinheiten beziehen sich immer auf konkrete, aktuelle oder zukünftige Lernsituationen.
- **Prinzip der Handlungsorientierung:** Unterricht gibt Hilfestellungen zur (handelnden) Bewältigung von Praxisproblemen auf der einen Seite. Auf der anderen Seite muß Unterricht auch auf Handlungen im Unterricht Bezug nehmen, d.h. sich auf das Handeln der Schüler und Lehrer ausrichten.
- **Prinzip der Wissenschaftsorientierung:** Inhalte werden im Unterricht zur Aufnahme entsprechenden Wissens nach bestimmten Methoden vermittelt. Die Inhalte an sich, wie auch die Auswahl der Methoden, richten sich dabei an dem Erkenntnisstand, den Inhalten und Methoden der Wissenschaft aus.

- **Prinzip des Exemplarischen:** Unterrichtsinhalte haben stellvertretenden Charakter: sie behandeln nicht alle Probleme der Praxis, sondern ausgewählte Exemplare, die sich auf eine möglichst umfangreiche Anzahl weiterer Probleme projizieren läßt.
- **Prinzip der Struktur:** Eine Struktur ist die geordnete Verbindung von Einzelteilen zu einem sinnvollen Ganzen. Dies sollte sich durch entsprechende Strukturierung der Inhalte widerspiegeln.

In der Pädagogik haben sich im Verlauf der Zeit verschiedene didaktische Modelle entwickelt, die diese Prinzipien unterschiedlich fokussieren. In diesem Abschnitt werden einige von ihnen kurz beschrieben, um einen Eindruck von den jeweiligen Vor- und Nachteilen zu gewinnen und damit entsprechende Hinweise für virtuelle Lernumgebungen geben zu können.

2.2.3 Kritisch-konstruktive Didaktik

Das Modell der kritisch-konstruktiven Didaktik wurde von Wolfgang Klafki [28] eingeführt. "Kritisch" bezieht sich hierbei auf die Mitbestimmungs- und Selbstbestimmungsfähigkeit der Schüler. Mit "konstruktiv" betont Klafki den Praxisbezug des Konzepts, d.h. verweist auf sein Handlungs- und Gestaltungsinteresse.

In seinem Modell sind Schüler und Lehrer in einem Interaktionsprozess. Dabei lernt der Schüler mit Unterstützung des Lehrers zunehmend selbständiger. Hierbei spielt das Entdeckende Lernen (siehe auch 2.1.5) eine wesentliche Rolle, in dem er Gelerntes häufig übt bzw. wiederholt. Für den Unterricht bedeutet kritisch-konstruktive Didaktik somit eine Orientierung an den Schülern. Gegebenenfalls planen sie den Unterricht oder Teile davon mit und/oder üben Kritik. Auf jeden Fall muß ein solcher Unterricht, so Klafki, gerechtfertigt und geplant werden. Aus diesem Grund führt er ein Schema zur Unterrichtsplanung ein.

Das Schema eines Unterrichtsplans setzt sich aus folgenden Phasen zusammen:

1. Bedingungsanalyse
2. Begründungszusammenhang
3. Thematische Strukturierung
4. Zugangs- und Darstellungsmöglichkeiten
5. Methodische Strukturierung

In der Phase der Bedingungsanalyse wird der Ist-Zustand in den Beginn der Unterrichtsplanung eingebracht. Dabei fließen die Motivation, der Kenntnisstand etc. der Schüler, Vorgaben der Lehrpläne⁴, institutionelle Rahmenbedingungen sowie mögliche Störfaktoren ein.

Der Begründungszusammenhang folgt der Bedingungsanalyse und gibt Begründungen für die Wahl des jeweiligen Themas. Es wird u.a. angegeben, welche aktuellen und

⁴geben inhaltliche Richtung vor

zukünftigen Bedeutungen ein Thema aufweist und inwiefern es sich als eine allgemeine Beschreibung etlicher, konkreterer Ausprägungen eignet.

Der Bedeutungszusammenhang, die Gliederung des Themas in Teilthemen und die Wahl der Perspektive der Erläuterungen werden in der Phase der thematischen Strukturierung dokumentiert. Hierbei werden auch die eventuell notwendigen Voraussetzungen angegeben.

Im Anschluß an den Bedeutungszusammenhang erfolgt die Bestimmung der Zugangs- und Darstellungsmöglichkeiten. Damit ist u.a. die Wahl der zu verwendenden Medien verbunden.

In der letzten Phase der methodischen Strukturierung wird der Ablauf und die Organisation des durchzuführenden Unterrichts konzeptioniert. Dabei werden Lernhilfen und Gruppen- bzw. Partnerarbeit ggf. mit aufgeführt.

Diese Phasen werden nach Klafki jedoch nicht nur einzeln nacheinander abgearbeitet, sondern stehen in Wechselbeziehung zueinander und können sich gemäß ihrer Resultate bzw. Bedingungen gegenseitig beeinflussen.

2.2.4 Hamburger Modell

Das Hamburger Modell wird in [22] von Wolfgang Schulz erläutert. Es basiert auf vier Ebenen der Unterrichtsplanung:

1. Perspektivplanung
2. Umrißplanung
3. Prozeßplanung
4. Planungskorrektur

In der Perspektivplanung erfolgt eine Ordnung des Unterrichts über einen längeren Zeitpunkt hinweg. D.h. damit wird zum Beispiel die Folge von mehreren Unterrichtseinheiten in Form eines Semesterplans angegeben. In der darauffolgenden Umrißplanung werden einzelne Einheiten der Folge inhaltlich konkretisiert.

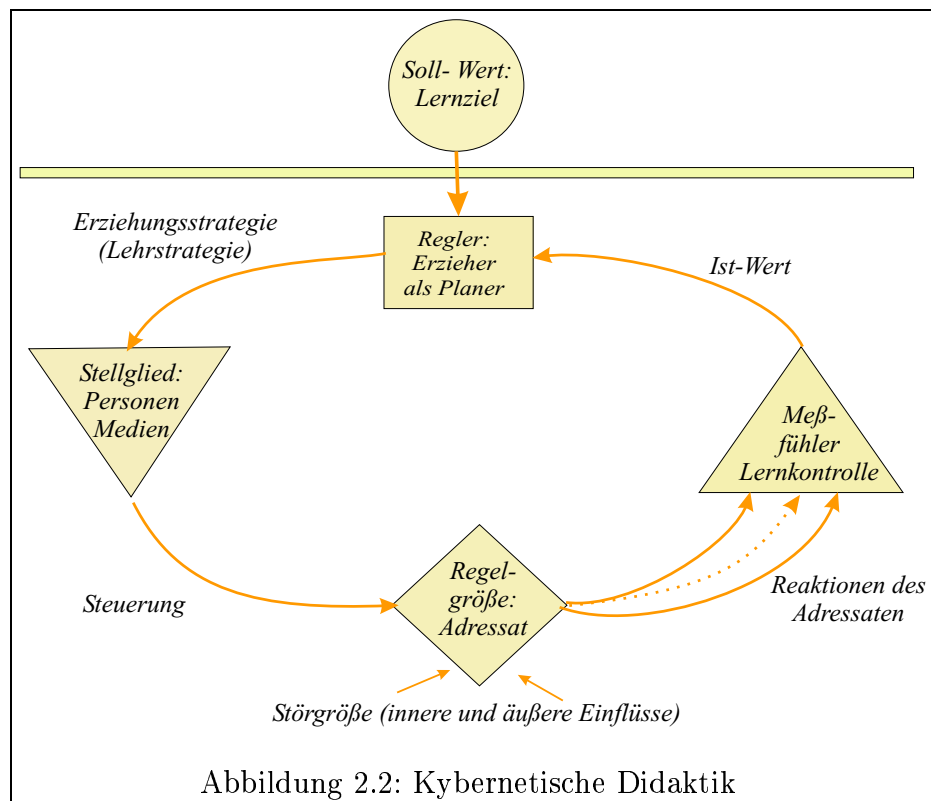
Im Anschluß an die Umrißplanung erfolgt die Prozeßplanung für die jeweilige Unterrichtseinheit. Hierbei werden Handlungsabläufe, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Vermittlung der Inhalte entworfen.

Auf der Ebene der Planungskorrektur erfolgt eine ständige Verbesserung bzw. Anpassung der anderen Ebenen im Hinblick auf die während des Unterrichts veränderten Bedingungen.

Im Mittelpunkt dieser Ebenen stehen, ähnlich wie bei Klafki, Unterrichtsziele, Ausgangslage der Lernenden, Vermittlungsvariablen wie Methoden, Medien und die Erfolgskontrolle. Diese Determinanten stehen auch hierbei in Wechselwirkung.

2.2.5 Kybernetische Didaktik

Das kritisch-konstruktive und das Hamburger Modell haben gemeinsam, daß ihnen wertorientierte Zielsetzungen zugrunde liegen. D.h., ein Schüler soll im Hinblick auf spätere



Tätigkeiten beispielsweise mitbestimmen oder selbständig lernen können. Das Modell der kybernetischen Didaktik von Felix v. Cube [11] hingegen geht davon aus, daß wertorientierte Zielsetzungen subjektiv gesetzt werden. Daher werden in seinem in Abbildung 2.2 skizzierten Modell keine Zielsetzungen genannt, sondern es wird von einem Soll-Wert, d.h. von vorgegebenen Zielstellungen ausgegangen.

Ausgehend von diesen Zielstellungen erfolgt die Durchführung des Unterrichts in Form eines Regelkreises: hierbei dient der Lehrer als Regler. Er wählt eine dem aktuellen IST-Zustand der Regelgröße (Schüler) passende Lehrstrategie. Die Lehrstrategie beinhaltet u.a. die Wahl geeigneter Medien, Vortragsstile etc. Auf die Regelgröße (den Schüler) können Störfaktoren einwirken. Diese Störfaktoren können aus inneren oder äußeren Einflüssen resultieren. Anhand der Reaktionen der Regelgröße kann der Ist-Wert bzgl. des Lehrziels auf seiten der Regelgröße gemessen werden. Damit schließt sich der Regelkreis wieder beim Regler, der diesen Ist-Wert mit dem Soll-Wert vergleicht und im nächsten Schritt die Lehrstrategie wieder anpassen kann.

Zur Planung des Unterrichts führt v. Cube die folgenden Schritte ein: Entwicklung einer Lehrstrategie, Planung des Medieneinsatzes und Festlegung von Abschnitten, an deren Ende der Soll-Ist-Vergleich durchgeführt wird.

2.2.6 Curriculumtheorie

Die Curriculumtheorie [20] nimmt die Idee der kritisch-konstruktiven und die der kybernetischen Didaktik auf (wenngleich die Curriculumtheorie wesentlich früher begann - ungefähr Ende der sechziger Jahre): der gesamte Unterricht soll mit präzise meßbaren

Größen geplant werden. Dadurch sollen Ziele, Inhalte, Methoden und Evaluationen auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhen. Folgende Kriterien liegen der Curriculumtheorie zugrunde:

- Offenlegung der Kriterien, nach denen Lehrplanentscheidungen getroffen werden, rationale statt subjektive Begründung
- klare Definition von Inhalten und Zielen
- konkrete Angabe der Operationen, die zur Realisierung der ebenfalls klar definierten Inhalte und Ziele verwendet werden

Aus den Kriterien endstanden die folgenden Phasen der Curriculumentwicklung:

1. Problemdefinition
2. Argumentative Legitimierung
3. Strukturierung des Lehrangebots
4. Implementation
5. Evaluation
6. Prozeßorganisation

Das Problem des Versuchs der präzisen Festlegung von Lehrplänen ist in der Praxis jedoch an verschiedenen Faktoren (in seiner Ursprungsform) gescheitert. So liegt ein Problem in der vollständigen Verplanung des Unterrichts, die bei dessen Ausführung in Verbindung mit dem Auftreten außerplanmäßiger Zustände (Störungen, Mißverständnisse u.ä.) wenig Handlungsfreiheiten für Lehrer und Schüler ermöglichen. Auch berücksichtigen aufgestellte Pläne nicht die unterschiedlichen Gegebenheiten der Schüler, aber auch nicht die der Lehrer (siehe beispielsweise persönliche Präferenzen bei der Wahl von Medien in Abschnitt 2.2.3). Schwierig gestaltet sich in dieser Theorie auch eine Unterstützung der Selbst- und Mitbestimmungsfähigkeit seitens der Schüler (siehe Abschnitt 2.2.3)

Zusammengefaßt wirken sich insbesondere dynamisch veränderbare, sowie nicht unmittelbar meßbare Faktoren erschwerend auf die Umsetzung der Curriculumtheorie aus. Aus diesem Grund entstanden davon abgeleitet Theorien wie beispielsweise die Theorien offener Curricula, in denen u.a. situative Bedingungen in die Planung mit einfließen.

2.2.7 Weitere didaktische Modelle

Die vorgestellten Modelle stellen nur einen kleinen Ausblick aus einer Fülle von didaktischen Modellen dar. In [10] listet Herbert Gudjon einige Verfahrensweisen zur Gestaltung des Unterrichts auf, die er in der Praxis beobachtet hat und die sich von den zuvor genannten Theorien unterscheiden. Diese seien folgend genannt, da auch sie zum Teil interessante Merkmale aufweisen.

Der *offene Unterricht* lehnt sich an das offene Curriculum an. Wesentliche Merkmale sind hierbei die flexible Lernorganisation, Berücksichtigung der Kreativität der Lehrkräfte,

Bekanntgabe von Lernergebnissen im Klassenraum, Aufstellung eines Tages- und eines Wochenplans, projektorientiertes Arbeiten, Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit usw.

Im *Projektunterricht* gestalten insbesondere Schüler aktiv die Organisation und den Inhalt des Unterrichts. Die Lehrkraft übernimmt hierbei eine unterstützende Rolle. Die Schüler vollziehen dabei die für Projekte allgemein üblichen Schritte: in einem ersten Schritt machen sie sich mit der gestellten Problematik und dem dazugehörigen Problemumfeld vertraut und stellen dann im zweiten Schritt einen Plan zur Herangehensweise auf. Im dritten Schritt erfolgt die handelnde Auseinandersetzung mit der Thematik, die dann im vierten Schritt wiederum von den Schülern evaluiert wird. Die Schüler lernen dadurch u.a. entdeckendes Arbeiten, das Arbeiten in Gruppen, die selbständige Bearbeitung einer Thematik, die kritische Bewertung der eigenen Arbeit.

Unterricht knüpft häufig nicht an die Lebenssituationen der Schüler an, entzieht sich sozusagen teilweise dem Kontext außerschulischen Lebens. Mit dem *erfahrungsbezogenen Unterricht* wird versucht, die Erfahrungen der Schüler mit in den Kontext des Unterrichts aufzunehmen bzw. zu berücksichtigen und zu verarbeiten.

Das Ziel des praktischen Umgangs mit erlerntem Wissen, sowie des sozial-orientierten Handelns (Arbeiten in der Gruppe etc.) wird mit dem *handlungsorientierten Unterricht* verfolgt.

2.3 Weitere Determinaten des Lern- und Lehrprozesses

Nebst der Wahl einer Lerntheorie oder eines Lernmodells gibt es noch eine Fülle weiterer Determinaten, die bei der Gestaltung des Unterrichts bzw. für ein erfolgreiches Lernen ebenfalls beachtenswert sind. Davon werden in den folgenden Abschnitten nur ein paar wenige kurz genannt.

2.3.1 Lernen mit Medien

Wie insbesondere im Abschnitt 2.1.4 deutlich wurde, spielen die Sinnesorgane beim Lernen eine wichtige Rolle. Demzufolge kommt der Wahl geeigneter Medien ebenfalls eine wichtige Bedeutung zu, da verschiedene Medien unterschiedliche Symbolsysteme zur Verarbeitung seitens des Empfängers anbieten können. In der Medienforschung unterscheidet man folgende Symbolsysteme:

- Sprache
- Bilder
- Zahlen

Jedes dieser Symbolsysteme besteht wiederum aus Subsymbolsystemen. So enthält das sprachliche Symbolsystem die Schrift- und die Sprechsprache. Die Sprechsprache wiederum enthält u.a. das Umfeld der Betonung, Pausen etc.

Je nach Symbolsystem steht

- ein Vorrat von bedeutungshaltigen Zeichen

- ein Repertoire von Kombinationsregeln (Syntax) und stehen
- Beziehungen zur Objektwelt (Semantik)

zur Verfügung.

Medien können auch darin unterschieden werden, auf welche Art und Weise sie Informationen bieten können. So kann Sprache stets nur sequentiell und (überwiegend) in einer bestimmten Reihenfolge übertragen werden. Ein Bild hingegen präsentiert alle Zeichen gleichzeitig und kann Sequenzen von Zeichen nicht unbedingt eindeutig vermitteln.

Auch innerhalb eines Symbolsystems können verschiedene Arten Ausprägungen unterschiedliche Verhaltensweisen beim Betrachter stimulieren. [16] hat dies im Hinblick auf verschiedene Bildertypen mit der Tabelle 2.1 nachweisen können:

Bildertyp	Darstellungsform	Operationen beim Betrachter
Abbilder	Konturenbegrenzungen, Lineare Perspektive, Überlappung	Figur-Grund-Trennung, Überschneidung in der dritten Dimension
Logische Bilder	Bezeichnete Kästchen und Verbindungslinien	Elemente und deren Relation
Film, Video	Kamerabewegungen, Bildschnitt, Sequentielle Abfolge	Wechsel des Beobachtungsstandpunktes, Zeitlicher Zusammenhang
Karten	Konturlinien	Höhe von Landflächen
Cartoons	Angedeutete Bewegungselemente	Bewegungen imaginieren

Tabelle 2.1: Darstellungstechniken und Wirkungen

Zusammengefaßt bieten Medien unterschiedliche Möglichkeiten, Informationen zu geben. Letztendlich obliegt es dem Lehrer, gemäß des Lernziels entsprechende Medien auszuwählen. Eine Lernumgebung sollte in jedem Falle eine möglichst breite Palette an Medien anbieten. Auch sollte sie das notwendige Werkzeug (ggf. durch Drittwerkzeuge) anbieten, damit der Lehrer mit den entsprechenden gestalterischen Möglichkeiten seine Vorstellungen auch implementieren kann.

Eine Fülle weiterer Hinweise zum Thema "Lernen mit Medien" geben u.a. [27, 15].

2.3.2 Motivation

In [19] wird auch die Auswirkung der Motivation betrachtet. Motivation eines Menschen wird dabei als etwas verstanden, was ihm (dem Menschen) *die Energie zu seinem Tun verleiht und was die Ausrichtung seiner Tätigkeit bestimmt*. Demnach ist der Faktor "Motivation" wichtig für das Lernen, da jenes vom Verhalten (Tun und Ausrichtung der Tätigkeit) abhängt bzw. aus dem Erlernen neuen Verhaltens besteht.

Gage u. Berliner erwähnen, daß es sich bei der Motivation zwar um einen wichtigen Faktor bzgl. des Lernens handelt, es aber auch eine breit gestreute Definition des Begriffs gibt. Sie beschreiben den Wirkungsgrad der Motivation daher wie folgt: Motivation drückt sich durch a) *Interesse*, b) *Bedürfnisse*, c) *Werte-Orientierung*, d) *Einstellungen*, e) *Leistungserwartungen* und f) *Anreize* aus.

Weckt ein bestimmtes Thema, Verhalten usw. das (a) Interesse des Schülers, so zeigt dieser in der Regel eine erhöhte Aufmerksamkeit. Als Resultat beschäftigt er sich zumeist intensiver mit dem Lehrstoff und ist entsprechend befriedigt. Hat ein Schüler gewisse (b) Bedürfnisse, so fehlt ihm etwas. Stehen ihm Mittel zur Befriedigung der Bedürfnisse zur Verfügung, so motiviert ihn das, diese Mittel auch einzusetzen. Eine Orientierung nach (c) Werten entwickelt häufig auch eine hohe Motivation, die Werte anzustreben. Mögliche Werte in diesem Sinne sind z.B. die Ermittlung des Wahrheitsgehalts, ökonomische, religiöse oder soziale Werte usw. Die (d) Einstellungen gewissen Dingen gegenüber können ebenfalls die Motivation enorm beeinflussen. Einstellungen, wie beispielsweise Emotionen, Ziele, Ausrichtungen etc. können bei entsprechendem Vorliegen ebenfalls die Leistungsbereitschaft erhöhen und insbesondere die Ausrichtung der Handlungen beeinflussen. Sowohl zu hohe, als auch zu niedrige (e) Leistungserwartungen schmälern in der Regel die Motivation. Zu guter Letzt steigert ein gewisser f) Anreiz natürlich auch die Motivation. Mögliche Anreize können sich beispielsweise in der Vergabe guter Noten ausdrücken.

Motivationen können demnach verstärkend wirken, die Zielorientierung und/ oder den Zeitaufwand, den jemand bereit ist auszugeben, beeinflussen. Eine Verstärkung zeigt sich beispielsweise darin, daß Schüler einen Sachverhalt mehrfach oder intensiver üben. Die Gebung einer Zielorientierung liegt zum Beispiel dann vor, wenn Schüler von ihren gewohnten Zielrichtungen auch mal absehen und neue Horizonte erkennen bzw. betrachten. Ein erhöhter Zeitaufwand besagt nichts anderes, als daß sich Schüler mehr Zeit für die jeweilige Aktivität nehmen.

2.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel konnte aufgrund der Fülle nur ein kleiner Einblick in einige theoretische Aspekte der Pädagogik gegeben werden. Dieser Ausschnitt reicht jedoch aus, um zusammenfassend einige wichtige Merkmale hinsichtlich der Konzeption einer Lernumgebung zu nennen.

Zum einen kann festgestellt werden, daß *Lernen* beim Lerner stattfindet. Wissen kann daher nicht übertragen werden, sondern in verschiedenen Formen zur Aufnahme bereitgestellt werden. Bei der Bereitstellung ist u.a. darauf zu achten, eine gewisse Kompetenz, Status und Sachkenntnis seitens des Lehrers (bzw. der Lernumgebung) zu vermitteln (vgl. Abschnitt 2.1.3), um nicht die Motivation der Schüler implizit zu dämpfen. Da Lernen beim Lerner stattfindet kann nicht immer garantiert werden, daß das Bereitgestellte auch im Sinne des Lehrers beim Schüler gelernt wurde, das heißt es ist daher ggf. eine Evaluation nötig. Mit der Auswertung einer Evaluation wiederum ist eventuell der Unterrichtsplan (sofern vorhanden) anzupassen (siehe u.a. Abschnitte 2.2.3 und 2.2.5). Letzteres ist ein wichtiges Merkmal: Pädagogische Betrachtungsweisen ziehen auch den Prozeß der Unterrichtsplanung, -erstellung und Unterrichtskorrektur mit ein. D.h. nicht nur der letztendlich konzeptionierte und durchzuführende Unterricht ist von Interesse, sondern auch die Auswertung des Ergebnisses der Durchführung und damit Faktoren wie beispielsweise die Unterrichtsplanung an sich, die Interaktion zwischen Lehrer und Lerner etc. !

Die Betrachtung des Lernprozesses als kognitive Informationsverarbeitung im Abschnitt 2.1.4 weist u.a. auf die assoziative Arbeitsweise des Lernens hin und zeigt damit

auf, daß entsprechende Strukturierung und die Kontext-orientierte Gestaltung von Lehrstoff eine wichtige Rolle spielen. Auch wurde auf die Wichtigkeit von Handeln und damit auf die der Durchführung von Übungen hingewiesen. Auch wurde in Abschnitt 2.1.5 auf die Eigenschaften und Notwendigkeit von entdeckendem Lernen hingewiesen.

In den Abschnitt bezüglich der Lehrmethoden (2.2 und in den untergeordneten Abschnitte) wurde gezeigt, daß die Gestaltung und Durchführung von Unterricht bzw. von Unterrichtsfolgen je nach Theorie entsprechend geplant wird. Auch wurde gezeigt, daß Unterrichtsgestaltung sich nicht allein am Inhalt orientiert, sondern externe Einflüsse (z.B. Vorkenntnisse und Verständnis der Schüler) den weiteren Verlauf bestimmen können. Ergebnisse der in Abschnitt 2.2.6 angedeuteten Curriculumtheorie haben die negativen Auswirkungen eines detailliert und über längeren Zeitraum geplanten Unterrichts bestehend aus mehreren Unterrichtseinheiten gezeigt. Auch wurde in Abschnitten auf den positiven Effekt der erhöhten Einbeziehung der Schüler hingewiesen (siehe beispielsweise 2.2.7).

In 2.3 wurde zudem auf Möglichkeiten des Einsatzes von Medien und auf die Auswirkungen des Faktors Motivation hingewiesen. Diese hiermit getätigte Zusammenfassung nennt nur einige der für eine Konzeption einer Lernumgebung interessanten Merkmale. Hinzu kommt, wie bereits erwähnt, daß nur ein sehr kleiner Einblick in theoretische Aspekte der Pädagogik gegeben wurde. Für die Konzeption einer Lernumgebung stellen die genannten Merkmale dennoch einige wichtige Anforderungen, von denen zumindest einige in der Architektur berücksichtigt werden sollten.

Kapitel 3

Virtuelle Lernumgebungen

Im vorherigen Kapitel wurden pädagogische Aspekte des Lernens, Lehrens und des wechselwirkenden Prozesses zwischen Lernen und Lehren betrachtet. Damit konnte ein kleiner Einblick in die Thematik aus der Sicht der Pädagogik gewonnen werden. In diesem Kapitel werden nun Arbeiten aus der Informatik aufgegriffen, die sich mit virtuellen Lernumgebungen, virtuellen Universitäten, virtuellen Lehrumgebungen und verwandten Themen rund um das Lernen bzw. Lehren beschäftigen. Dabei wird versucht, einen Einblick in die jeweiligen Systeme zu geben und deren Schwerpunkte, sowie ggf. auch deren Lösungsansätze und den aktuellen Stand zu nennen. Die Nennung der Schwerpunkte der jeweiligen Projekte steht hierbei im Vordergrund.

Wie für den Einblick in die pädagogischen Aspekte gilt für diesen Abschnitt, daß nur ein geringfügiger Aspekt betrachtet werden kann. Dies liegt daran, daß Arbeiten in diesem Umfeld teilweise schon auf recht frühe Anfänge zurückzuführen sind und von daher bereits umfangreiche Ergebnisse aufweisen. Zum anderen sind die Projekte häufig sehr breit angelegt und nicht selten von interdisziplinärer Natur, bei denen gleich mehrere Fachrichtungen beteiligt sind. So gesehen kann in den nachfolgenden Abschnitten nur auf die Anforderungen, Schwerpunkte, Lösungsansätze und aktuellen Schwierigkeiten der jeweiligen Projekte eingegangen werden. Im Anschluß an diese Betrachtungen werden einzelne Anforderungen und Eigenschaften der recherchierten Systeme zusammengefaßt, um damit wichtige Merkmale für eine eigene Lernumgebung festzuhalten. Anschließend erfolgt eine Auflistung einiger Vor- und Nachteile von Lernumgebungen, die zusätzlich einen Einblick in wünschenswerte und in scheinbar nicht realisierbare Funktionalitäten geben.

3.1 Beispiele virtueller Lernumgebungen

In den achtziger Jahren gab es bereits erste Versuche, den Computer als Lernmittel zu nutzen, besonders in dem Bereich des Sprachenlernens. Mit der raschen Entwicklung der Technologien haben Forschungsaktivitäten enorm zugenommen und sind zahlreiche neue Projekte entstanden, die sich alle mit dem Thema "Lernen am Computer" befassen.

Aus den unterschiedlichen Aktivitäten sind für das Lernen am Computer verschiedene Begriffe, wie z.B. *aktives Lernen*, *E-Learning*, *virtuelle Fachhochschule* [25], *Tele-Teaching* und etliche mehr empor gekommen. Wenngleich bei allen Projekten das Lernen am Computer im Mittelpunkt steht, so unterscheiden sie sich bzgl. ihrer Entwicklungsschwerpunkte teilweise stark. Sie forcieren z.B. unterschiedlichen Zielgruppen, die Verwen-

dungsmöglichkeiten unterschiedlicher Technologien, verschiedene zu lehrende Fachgebiete, verschiedene Vorgehensweisen, Perspektiven etc.

3.1.1 FernUni Hagen

Die FernUni Hagen [26] zählt zur einer der ersten virtuellen Universitäten in Deutschland. Ein Schwerpunkt der FernUni liegt in der Umsetzung aller wesentlichen Funktionen einer Universität. Bei der virtuellen Verwaltung können Interessenten sich informieren, einschreiben und zur Veranstaltung anmelden. Im Kursbereich liegen vorbereitete Lehrunterlagen aus. Neben Lernmaterial werden auch die Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten zur Realisierung von Gruppen- und Seminararbeit, neue Formen des Übungs- und Praktikumsbetriebes, der Beratung sowie Werkzeuge zur Administration bereitgestellt. Die Kommunikation ermöglicht über Newsgroups und EMail einen intensiven Kontakt zu den Betreuern und Mitstudenten. Sogar die mündlichen Prüfungen können bereits aus der Ferne via Videokonferenz abgenommen werden. In [26] können Angebote virtueller Lehrveranstaltungen, die Informationsbretter, Bekanntmachungen für die virtuelle Cafeteria, der Zugriff auf die Bibliothek bis hin zu Angeboten des Universitätsshops betrachtet werden. Bis jetzt ist das Projekt auf einige Fachbereiche beschränkt, doch weitere Fachbereiche sind bereits in Bearbeitung.

Eine interessante Komponente innerhalb des Systems stellt das Telematiklabor für Digitalschaltungen dar [13]. Damit wird Studenten bzw. Gruppen von Studenten das entfernte Experimentieren ermöglicht. Über eine Internetverbindung können sie sich mit dem Server verbinden und dabei Signalgeneratoren (Tastengeber, Sinusgenerator etc.), Messobjekte (programmierbare Digitalschaltungen etc.) und Messgeräte (Oszilloskop, Logikanalysator etc.) bedienen. So ist es beispielsweise möglich, eine Hardwarebeschreibung in VHDL an den Server über das Internet zu übergeben. Server-seitig wird diese Beschreibung übersetzt und in eine FPGA-Konfiguration überführt. Diese Konfiguration steht anschließend in einem Baustein zur Anwendung (z.B. Tests) bereit.

3.1.2 Das Projekt ULI

Universitärer Lehrverband Informatik (ULI) ist ein gefördertes Verbundprojekt, in dem 17 Informatik-Lehrstühle aus 10 Universitäten zusammenarbeiten. Das Ziel dieses Projekts ist eine Virtualisierung des Informatikstudiums, um, wie auch bei vielen anderen Projekten, Zeit- und Ortsunabhängigkeit zu erreichen, ohne daß dadurch jedoch die Kontakte zu den Universitäten verliert verloren gehen.

Schwerpunkt des Projekts bildet u.a. die Erstellung der Kursmaterialien. ULI bietet sogenannte *Lernmodule* aus allen Fachbereichen der Informatik. Sie werden zusammen mit Online-Übungen von den beteiligten Lehrstühlen angeboten. Ein Kurs besteht aus mehreren Modulen, von denen nur einige für die Anerkennung verpflichtend sind, andere aus einem Angebot von Spezialthemen gewählt werden können.

Bei der Kurserstellung wird auf Qualität geachtet und dementsprechend eine Qualitätssicherung eingesetzt. Um die Nachhaltigkeit der Qualitätsbestimmung zu sichern, wird ein Katalog mit Qualitätskriterien virtualisierter Hochschullehrer erstellt. Dabei werden wichtige Voraussetzungen aus den Bereichen der Pädagogik und Psychologie berücksichtigt. Von dem Einsatz des Katalogs wird erhofft, daß dieser die Einbindung virtualisierter

Lehrformen in die regulär Hochschullehre vorantreibt.

3.1.3 VIROR

Das Förderprogramm "Virtuelle Hochschule Oberrhein" fördert den Einsatz neuer Medien in Lehre und Studium. Ziel dieses Förderprogramms ist es, durch neue, von multimedialen und telematischen Technologien begleitete Lehr- und Lernformen das selbstgesteuerte Lernen der Studierenden zu unterstützen, das Interesse, die Motivation und den Lernerfolg zu erhöhen, Lerntempo zu individualisieren sowie die Zeit- und Ortabhängigkeit des Studiums zu vermindern.

Wichtig ist dabei die Zusammenarbeit der beteiligten Hochschulen und die gemeinsame Nutzung von Ressourcen. Der Einsatz der neuen Medien ist nicht für sich genommen schon eine Erfolgsgarantie - alle Projekte beziehen deshalb didaktische Fragestellungen und Zielsetzungen mit ein. Das Projekt umfaßt die folgenden Aufgabenbereiche:

- Es soll unter pädagogisch-psychologischen Aspekten optimiert werden. Das umfaßt die Beratung der Lehrenden sowie der Studierenden, die Evaluation von Kursmodulen sowie eine grundlagenwissenschaftlich ausgerichtete Untersuchung von Lehr-Lernprozessen unter Verwendung neuer Medien.
- Grundlagenwissenschaftliche Untersuchungen zur effizienten Gestaltung von Lernmodulen, insbesondere in Bezug auf wirtschaftswissenschaftliche Informationsvermittlung, bilden einen wichtigen Schwerpunkt.
- Die kommunikationswissenschaftliche Begleitung untersucht Akzeptanz und Nutzung von multimedialen Lehrmitteln bei Studierenden und Hochschullehrern und zeigt Verbesserungspotentiale auf.

3.1.4 ViKar

Das Projekt ViKar besteht aus mehreren Teilprojekten und steht für Virtueller Hochschulverbund Karlsruhe. ViKar ist eine Lernumgebung und bezeichnet die Summe aller virtuellen Einrichtungen und Dienste für das virtuelle Studium [8]. D.h., ähnlich wie VIROR steht auch hier die Bereitstellung von virtuellen Einrichtungen im Vordergrund, weswegen das Gesamtsystem als *ViKar-Campus* bezeichnet wird.

Die Komponenten des Campus' sind: eine elektronische Bibliothek, ein Lernserver, eine Multimedia-Produktion, ein Infokiosk, eine Kommunikationskomponente, ein Studienplatz, ein virtuelles Labor, eine Anmeldung und die Campusverwaltung.

Der Lernserver ist in der Gesamtarchitektur die zentrale Komponente. Er beinhaltet die Lehr- und Lernmaterialien und verwaltet die Schnittstellen zu den extern angebundenen Systemen. Zur Verwaltung der Dokumente wird ein Dokumentenmanagementsystem verwendet, das intern die miteinander verbundenen HTML-Seiten speichert. Auf den Lernserver setzt die Skriptsprache PHP auf, welche zur Realisierung der genannten Komponenten dient. Dabei wird mittels PHP auf weitere, zur Verwaltung benötigter externer Datenquellen, wie dem Datenbanksystem MySQL, dem Verzeichnissystem LDAP usw., zugegriffen.

In dem aktuellen Prototypen besteht Lehr- und Lernmaterial aus einer Ansammlung von miteinander verknüpften Seiten, die im Ausgabeformat HTML gespeichert werden. Eine Modularisierung der damit gespeicherten Informationen findet somit nicht statt. Auch findet keine Trennung zwischen Metadaten und Dokumentdaten statt, und es sind Metadaten teilweise miteinander vermengt. In der Praxis hat sich diese Form der Speicherung als schwierig in der Handhabung und insbesondere in der Wiederverwendung von Kursmaterialien erwiesen [7].

Bedingt durch die letztgenannten Gründen soll im ViKar-Projekt in Zukunft XML eingesetzt werden. Darauf aufbauend werden dann Lernkurse und -module entwickelt werden, die eine Wiederverwendung ermöglichen sollen.

3.1.5 JaTeK

JaTeK ist ein Teilprojekt des Projektverbunds "Teleteaching Dresden-Freiberg" und ist eine Abkürzung für "Java Based Teleteaching Kit". Es dient dazu, Vorlesungen und Seminare über das Internet halten und somit einem breiten Nutzerkreis zugänglich machen zu können.

Das Hauptmodul von JaTeK beinhaltet zwei Funktionen: Einerseits stellt es den Lehrenden Werkzeuge zur Erstellung interaktiv zu bearbeitender Übungsblätter sowie Schablonen für die Integration von Lehrtexten im HTML-Format und Java-Applets für den Übungsbetrieb zur Verfügung. Andererseits ermöglicht es den nutzerspezifischen Zugriff auf diese Lehrmaterialien über einen WWW-Server. Zudem bietet JaTeK Werkzeuge für die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden. Diese Werkzeuge beinhalten z.B. Chat-, Blackboard- und Whiteboard-Funktionalitäten.

JaTeK wird als nützliches Werkzeug für den Zweck des Lernens und Lehrens bezeichnet und bietet ein Maß an Freiheitsgraden zur Umsetzung pädagogischer Aspekte. Das System ist vollständig in Java geschrieben und damit auf allen Plattformen lauffähig, die über eine JVM (Java Virtual Machine) verfügen. Weitere Informationen bzgl. JaTeK können unter anderem [14] entnommen werden.

3.1.6 AOF

Authoring on the Fly (AOF)[6] ist ein System, das Präsentationsaufzeichnung, Teleteaching und die Produktion multimedialer Lehrdokumente bietet. Es basiert auf der Erstellung eines Vortrages, einer Vorlesung, von Schulungs- bzw. Lehrveranstaltungen oder Präsentationen. Es ermöglicht die Aufzeichnung von Seminaren oder von Gruppenarbeiten.

Schwerpunkt in AOF stellt die Schaffung komfortabler Navigationsmöglichkeiten und die flexible Integrität verschiedener Dokumente dar. Dies wird dadurch erreicht, indem der Autor das System zur Erstellung neuer oder zur Zusammenstellung existierender Dokumente verwendet. Beispielsweise kann im angedachten System die Aufnahme einer Vorlesung per Kamera erfolgen, um daraus dann entsprechende HTML-Seiten mit dem Inhalt des Videos zu erstellen. Dieses Video kann dann in vorhandenes Lehrmaterial eingebunden werden.

Die vom System verwendeten unterschiedlichen Datenquellen (Ton, Video) werden in verschiedenen Strömen gespeichert, um eine spätere, zeitlich synchrone Wiedergabe des

Gesamtdokuments zu gestatten. Auf die in einem Dokument angebotenen Ströme hat der Nutzer wahlfreien Zugriff. Das System bietet zur Editierung, Verwaltung, Anzeige etc. der Dokumente verschiedene Werkzeuge [4, 3] an.

3.1.7 Tele-LTC

Im Projekt Tele-LTC (Tele-Learning, -Training, -Cooperation) [23] wird versucht, zwei wesentliche, durch das Internet geprägte Merkmale miteinander zu verknüpfen: auf der einen Seite müssen Unternehmen stets neuste Technologien einsetzen. Auf der anderen Seite findet parallel durch das Internet eine Vernetzung der nach neuen Technologien strebenden Unternehmen statt. Im Projekt Tele-LTC wird daher versucht, eine kooperative, teambasierte Arbeitsumgebung für jene Unternehmen zu bieten. Wesentliches Ziel dabei ist die Integration von Lernen in den Arbeitsprozeß und damit die Schaffung besser qualifizierter Arbeitnehmer.

Schwerpunkt im Projekt Tele-LTC ist die Schaffung einer Kooperationsplattform, wodurch die beteiligten Firmen direkt oder indirekt kooperieren können. Indirekte Kooperation findet dabei mittels Lernen statt. So planen und pflegen einige beteiligte Firmen die Lerninhalte, andere hingegen verwenden diese. Die Lerninhalte beziehen sich u.a. auf die Verwendung von MS Outlook, SAP/R3 und ähnlichen, praxisrelevanten Themen. Für den Lernprozeß sind drei Stufen vorgesehen: in der ersten Stufe lernt der Interessent selbständig unter Einsatz entsprechender Selbstlernprogramme. Im Anschluß daran findet eine Betreuung in einem virtuellen Seminarraum durch einen realen Trainer statt. Beim Anwenden des Erlernten kann eine Betreuung am Arbeitsplatz in der dritten Stufe erfolgen.

Eine direkte Kooperation ist im Tele-LTC ebenfalls vorgesehen. Mit den bereitgestellten Werkzeugen sollen Geschäftsleute beispielsweise kommunizieren, sich Dokumente austauschen können usw. Für die Realisierung der Kooperation stehen Werkzeuge wie Videokonferenz, Dokumenten-Server, e-Mail, Chat, News, Lern-Server und ein Adressenverzeichnis zur Anwendung bereit.

3.1.8 Wissenswerkstatt

Bei dem Projekt "Wissenswerkstatt" der Universität Rostock geht es um Schaffung einer skalierbaren, multimedialen Lehr- und Lernsoftware [24]. Wesentlichen Schwerpunkt des Projekts stellt die Bereitstellung einer Software dar, die in drei Dimensionen skalierbar ist: Intensität, Zielperson, Ausgabeformat.

Die Intensität bezeichnet, wie tief oder breit die jeweiligen Modulmaterialien angelegt sind. Dabei werden drei Modultypen eingeführt: Basis-, Aufbau- und Vertiefungsmodul. Durch diese Skalierbarkeit des Modulmaterials soll eine Anpassung an die Ausbildungsziele möglich sein. Mit der Dimension "Zielperson" ist die Orientierung sowohl am Lerner, als auch am Lehrer gemeint. Das System dient somit insbesondere auch dem Lehrer, der damit zum Beispiel auch pädagogische Hinweise verwalten kann. Schließlich ist mit der Dimension "Ausgabeformat" beabsichtigt, intern mit abstrakten Beschreibungen zu arbeiten, die dann in verschiedene Ausgabeformate transferiert werden können.

Zur Realisierung der Anforderungen wurde die Verwendung von XML gewählt. Hierbei dient XML zum einen zur Zusammenstellung von Lehrmaterialien im Hinblick auf

Intensität und Zielperson(en) und zum anderen als Metabeschreibung zur Übersetzung in verschiedene Ausgabeformate mittels der Extensible Stylesheet Language (XSL).

3.1.9 xml2html

In [21] wird ein System vorgestellt, welches Online-Kurse aus XML-Dokumenten generiert. Hierfür wurde eine *All-In-One-Source*-Technik entworfen. Diese Technik sieht vor, die Dokumentationen der iterativen Prozesse Konzept, Entwurf, Realisierung, Test, Einsatz und Aktualisierung in einem gemeinsamen Dokument zu verwalten. Ein solches Dokument enthält dann alle für einen Kurs notwendigen Informationen: von der Konzeptdokumentation, der Beschreibung der Lernszenarien, der Inhalte bis hin zu den Testergebnissen.

Das Zusammenfassen sämtlicher, einen Kurs betreffender Dokumente soll, so die Autoren, einen *Methodenbruch* vermeiden: ähnlich wie in UML sollen alle Ebenen der Kursentwicklung in einem Dokument / System gehalten werden. Um aus solchen umfangreichen Dokumenten die einzelnen Dokumentarten wiederum zu extrahieren, werden Sichten eingeführt.

Zur Realisierung der Sichten wird XML verwendet. Dabei werden bestimmte DTD-Konstrukte hinzugefügt, die entsprechende Beschreibungsmöglichkeiten in den Dokumentationen ermöglichen. Zu diesen Konstrukten zählen Möglichkeiten zur Angabe von Metadaten und zur Angabe von Blöcken (Metadaten-, Konzept-, Lerneinheits-, Glossarblöcke). Mittels des *xml2html*-Werkzeugs können dann XML-Dokumente, die auf der gewählten DTD basieren, in verschiedene Sichten überführt werden. Zu einer solchen Sicht gehört zum Beispiel der Online-Kurs im HTML-Format.

Eine Besonderheit stellt im Konzept die Angabe von Lernpfaden dar. In den Dokumenten können Autoren mittels XML-Tags sogenannte *Lernpfade* spezifizieren. Ein Lernpfad stellt dabei einen Weg durch eine Menge von Lerneinheiten dar. Für unterschiedliche Zielgruppen bzw. für unterschiedliche Vorgehensweisen werden dabei die folgenden, unterschiedlichen Lernpfade im System berücksichtigt:

- *fachliche Struktur*: orientiert sich nach der Struktur des Fachgebietes
- *didaktische Struktur für Erstlerner*: orientiert sich nach dem für Erstlerner idealen Pfad
- *repetitive Struktur*: orientiert sich nach dem Typ (Übung, Vorlesung, Beispiele usw.) der Lerneinheiten
- *selektive Struktur*: orientiert sich nach den Vorkenntnissen der Lernenden
- *modale Struktur*: orientiert sich nach dem jeweils eingesetzten Medium (Text, Sprache usw.)

Bei der Erstellung des Lernmaterials mittels *xml2html* können anhand von Parametern und den XML-Tags die gewünschten Lernpfade erzeugt und bei der Ausgabe des HTML-Formats in entsprechende Verknüpfungen der HTML-Dokumente resultieren.

3.1.10 FRANCO

FRANCO steht für *Flexible Reuse and Automatic Navigation of Courseware* und ist ein Prototyp eines Systems zur flexiblen Erstellung von hypermedialen Kursen [17]. Ähnlich wie in 3.1.9 geht es in FRANCO um die Erstellung verschiedener Navigationsstrukturen aus gleichen Kursmaterialien. Um dies zu ermöglichen, werden über Kursmaterialien sogenannte *logische Abhängigkeitsmodelle* definiert. Anhand eines solchen Abhängigkeitsmodells können die Abhängigkeiten zwischen Kursmaterialien beschrieben. Ein Kursmaterial A ist in diesem Sinne von B abhängig, wenn B vor A erscheinen muß. D.h., daß B Voraussetzung von A ist.

Das Abhängigkeitsmodell wird in Form eines azyklisch, gerichteten Graphen beschrieben. Dieser Graph besteht aus miteinander verbundenen Knoten. Ein Knoten referenziert dabei Kursmaterial oder stellt eine OR- oder eine AND-Verknüpfung dar. Folgt in diesem Modell ein Knoten A auf B , so ist A zwangsläufig abhängig von B , d.h. B muß vor A ausgeführt werden. Hat ein Knoten C mehrere Eingangskanten N_i , so entscheiden die Verknüpfungsknoten über die folgenden möglichen Abhängigkeiten: gelangen die N_i über eine OR-Verknüpfung zu C , so reicht es, wenn ein N_i zuvor besucht wurde. Bei einer AND-Verknüpfung müssen erst alle N_i vor C besucht werden.

In FRANCO werden aus einem Abhängigkeitsmodell Navigationsstrukturen erzeugt. Dabei kann der Dozent aus folgenden Navigationstypen wählen:

- *Lineare Navigation*: es werden die benötigten Knoten in eine lineare Folge gebracht. Hierbei wählt der Dozent die benötigten Knoten aus, das System kann die Wahrung der Abhängigkeiten überprüfen.
- *Lineare Navigation mit side trips*: es werden alle benötigten Knoten in eine lineare Folge gebracht. Zudem kann der Lerner alle weiteren optionalen Pfade sehen und ggf. verfolgen.
- *Explorative Navigation*: Das gesamte Netzwerk steht dem Lernenden zur freien Auswahl zur Verfügung.

Für jeden dieser Navigationstypen existieren sog. *Mappingalgorithmen*, die die Kursmaterialien gemäß der Navigationsvorgaben in eine entsprechende Reihenfolge bringen können, die dann wiederum in das Ausgabeformat konvertiert werden kann.

3.1.11 Die Zusammenfassung

Derzeit gibt es sehr viele Projekte aus Industrie und Forschung, die sich mit dem Thema des virtuellen Lernens beschäftigen. In diesem Kapitel wurden nur einige wenige skizziert. Auffällig bei den verschiedenen Projekten sind die unterschiedlich gewählten Schwerpunkte. So geht es bei einigen Projekten um eine möglichst breite Realisierung der virtuellen Bereitstellung gleich mehrerer Einrichtungen einer Universität (beispielsweise ViKar, VIROR, FernUni Hagen). Andere wiederum beschäftigen sich tiefergehend mit der Entwicklung von Werkzeugen zur Verwaltung des Datenbestands (u.a. JaTeK, AOF). Wiederum andere widmen sich seit kurzer Zeit den Anforderungen zur Repräsentierung und Wiederverwendung von Kursmaterialien. Die Bandbreite an Schwerpunkten ist daher entsprechend groß.

Auffällig ist, daß die meisten Projekte auf der Ebene von HTML operieren. Das heißt, daß es bei diesen Projekten vorrangig um die Erstellung und Bereitstellung von HTML-Seiten und der Schaffung entsprechender Anwendungsumgebungen geht. Es hat sich aber mit den Erfahrungen gezeigt, daß dadurch die Wiederverwendung von Kursmaterialien bedeutend erschwert wird. Erst in jüngster Zeit beschäftigen sich insbesondere neuere Projekte, wie z.B. die Wissenswerkstatt (siehe 3.1.8), mit der Wiederverwendung von Kursmaterialien. Bei diesen Projekten wird häufig auf XML zugegriffen, um zwischen Inhalt und Struktur zu unterscheiden. Allerdings ist über die genaue Realisierung der Trennung von Struktur und Inhalt häufig wenig direkt aus Veröffentlichungen ersichtlich. Auch scheint es, daß die meisten Systeme hierbei rein auf XML basieren und beispielsweise nicht, wie in ViKar Datenbanksystemfunktionalität benutzen.

In fast allen Systemen wird erwähnt, daß Kursmaterialien unter pädagogischen Aspekten erstellt werden, jedoch werden diese kaum konkret genannt. Die meisten Projekte beachten zudem überwiegend nur den Lerner und nicht die Anforderungen seitens des Lehrers oder die wechselseitige Beziehung zwischen Lern- und Lehrprozeß (siehe 2).

3.2 Eigenschaften virtueller Lernumgebungen

Im Allgemeinen soll eine virtuelle Lehr-/ Lernumgebung die Möglichkeiten bieten, Wissen in verschiedenen Gebieten und mit unterschiedlichen Medien zu präsentieren und unter Berücksichtigung pädagogischer Aspekte zu vermitteln, so daß der Lernende unabhängig von der Zeit und dem Ort lernen kann und eine Auswahl an unterschiedlichen Präsentationsformen und an Breite und Tiefe der Lernmaterialien hat. Der Lehrende wiederum soll die Lehrmaterialien wiederverwenden können und gewisse Gestaltungsfreiheiten zur Umsetzung seiner didaktischen Methoden haben. Diese Anforderungen setzen entsprechend mächtige Verwaltungsmöglichkeiten voraus, die eine Lehr-/Lernumgebung bieten sollte.

Virtuelle Lehr-/Lernumgebungen bestehen daher aus vielen Komponenten. Diese Komponenten stellen in gewisser Weise Anforderungen dar, soll eine eigene virtuelle Lernumgebung entworfen werden. Die Anzahl der in vorhandenen Projekten verwendeten Komponenten ist allerdings teilweise hoch bzw. sind einzelne Komponenten sehr komplex. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel nur die fundamentalen Komponenten und ihre Eigenschaften genannt. Diese Komponenten und ihre Eigenschaften wurden einer Vielzahl von Projekten entnommen. Dabei dienten überwiegend die in Abschnitt 3.1 skizzierten Projekte als Vorlage. Auch wurden häufig genannte Anforderungen, die zum Beispiel aus Projektanträgen gewonnen wurden, in den folgenden Abschnitten mit aufgenommen.

In den nachfolgenden Ausführungen ist vereinfacht von Lernumgebung anstelle von Lehr-/Lernumgebungen.

3.2.1 Benutzer einer Lernumgebung

An einer virtuellen Lernumgebung sind verschiedene Benutzer beteiligt, die das System für unterschiedliche Zwecke benutzen. Aus diesem Grund werden häufig *Benutzergruppen* eingeführt. Die Gruppen "Lernende", "Lehrende" und "Administratoren" stellen auf der obersten Ebene sinnvolle Benutzergruppen dar, die das System aus unterschiedlichen Zwecken verwenden. Diese Gruppen werden nachfolgend betrachtet.

3.2.1.1 Gruppe der Administratoren

Wie in jedem System benötigt der Administrator Werkzeuge und Systembeschreibungen, die er leicht erlernen kann und mit denen er das System leicht pflegen kann. Die Pflege bezieht sich hierbei auf den technischen Bereich, d.h., der Administrator garantiert die Verfügbarkeit, den einwandfreien Ablauf, realisiert die Einbindung neuer Technologien, Updates etc..

3.2.1.2 Gruppe der Lehrenden

Lehrende erfüllen gleich mehrere Funktionen: sie erstellen neues Kursmaterial, d.h. sie pflegen den Datenbestand. Sie fügen Datenbestände zu sog. *Kursen* oder *Unterrichtseinheiten* zusammen. Auch stehen sie bei der Nutzung des Systems als Ansprechpartner, Überprüfer, Praktikumsleiter usw. zur Verfügung. Daher läßt sich die Gruppe der Lehrenden durchaus auch weiter verfeinern, indem, wie im Projekt ViKar oder auch in der Wissenswerkstatt erfolgt, zwischen *Autor*, *Dozent*, *Tutor* unterschieden wird.

3.2.1.3 Der Autor

Die Autoren arbeiten in ihren fachlichen Bereichen und erstellen Kursmaterialien für die spätere Verwendung durch den Dozenten. Die Erstellung der Kursmaterialien soll unter Berücksichtigung pädagogischer Aspekte erfolgen. D.h., das Lehrmaterial muß entsprechend übersichtlich gestaltet, sinnvoll strukturiert sein und aus medientechnischer Sicht gewisse Elemente enthalten oder auch nicht. Insgesamt bedeutet dies, daß der Autor das Material in einer entsprechenden Qualität abgeben sollte.

In einigen Projekten wird Wert darauf gelegt, daß die Autoren zur Erstellung der Dokumente ihre gewohnten Werkzeuge verwenden können, wie beispielsweise Acrobat, LaTeX, Word, Powerpoint oder Macromedia. In anderen Projekten hingegen werden aus Gründen eines einheitlichen Stils oder aus technischen Gründen nur bestimmte Werkzeuge oder Formate zugelassen.

Mehrere Autoren arbeiten gleichzeitig an der Erstellung, Veränderung etc. von Dokumenten. Dozenten können zeitgleich einige Dokumente zur Aufnahme in Kursen verwenden. Virtuelle Lernumgebungen verlangen daher häufig Funktionen, die auch Dokumentenmanagementsysteme mitbringen. Dies sind u.a. Funktionen zur Pflege des Datenbestands, zur Handhabung des kooperativen Arbeitens, zur Verwaltung mehrerer Versionen eines Dokuments usw.

3.2.1.4 Der Dozent

In der virtuellen Lernumgebung hat der Dozent die gleichen Aufgaben wie in der Realität: er stellt Kurse oder Unterrichtseinheiten aus Lehrmaterialien zusammen, die zuvor der Autor erstellt hat. Konkret bedeutet dies:

- Der Dozent managt die Kurse oder die Unterrichtseinheiten, indem er die Zielpersonen, d.h. insbesondere ihr Vorwissen, die Rahmenbedingungen des Instituts / Fachbereichs etc., sowie pädagogische Prinzipien beachtet.
- Mit der Berücksichtigung dieser Faktoren organisiert der Dozent die Lehrmaterialien für seinen Kurs und erstellt dabei unterschiedliche Lernpfade.
- Für die Bereitstellungen des Ergebnisses wählt er eine geeignete Präsentationsform

Für die o.g. Aufgaben brauchen Dozenten ein spezielles Werkzeug, das ihnen die Kursplanung und Kurserstellung ermöglicht. Zur fachlichen Unterstützung benötigt er eine Art digitale Bibliothek, die das Auffinden der Dokumente, themenbezogener Module oder bereits vorhandener Kurse vereinfacht. Um aus einer Vielfalt von Informationen die gewünschte herausfinden zu können, muß eine virtuelle Lernumgebung daher entsprechende Funktionalitäten zur Verwaltung des gesamten Datenbestands aufweisen.

Die ökonomischen Voraussetzungen, mediengerechte Präsentationen und pädagogische Berücksichtigungen gehören auch zu der Planung eines Kurses. Bei der Präsentation des Kurses oder Unterrichtes braucht der Dozent eine Auswahl geeigneter Medien, Techniken bzw. pädagogische Vorgaben, mit denen er mit möglichst wenig Aufwand die Kurse ggf. nach einem vordefinierten Schema bereitstellen kann. Dabei muß er in der Lage sein, die aus seiner Sicht sinnvollen Lernpfade zu realisieren. Auch sollten die Werkzeuge die persönliche Kreativität des Dozenten fördern und nicht hinderlich sein.

3.2.1.5 Der Tutor

Tutoren sind die Ansprechpartner der Lerner beim Abarbeiten der Kurse. Sie unterstützen die Lernenden beim Lernen, helfen beim Umgang mit den Lernmaterialien usw. Das heißt, sie springen überall dort ein, wo eine menschliche Hilfskraft benötigt wird.

Je nach Verwendungsart der verfügbaren Kurse (selbstgesteuertes Lernen oder Lernen mit Begleitungen) richten sich die Aufgaben des Tutors:

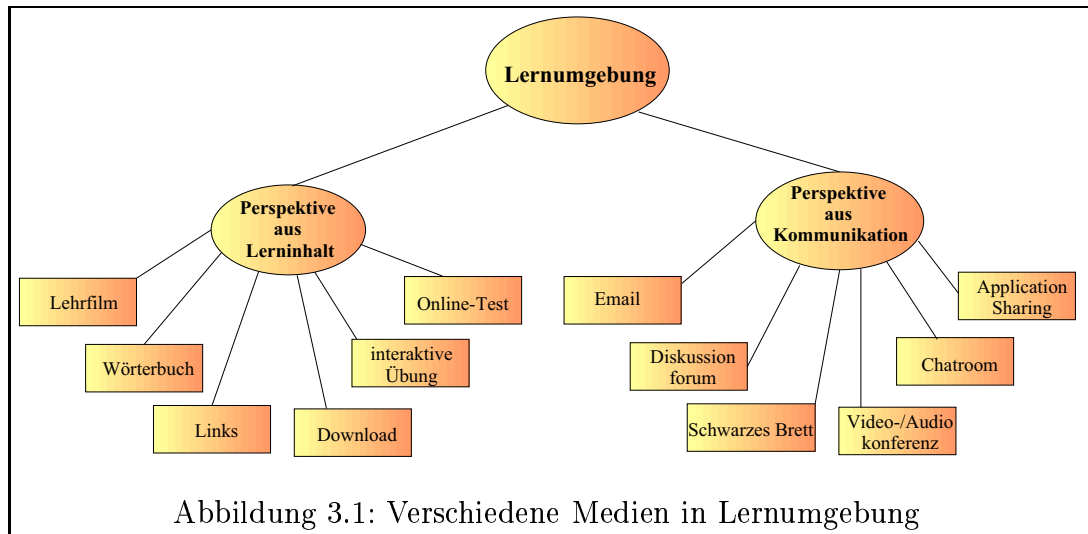
- Beim selbstgesteuerten Lernen hat der Tutor die Aufgabe, häufig gestellte Fragen zu beantworten, Gesprächsstunden durchzuführen, Tests, Übungen etc. zu evaluieren
- Beim Lernen mit Begleitung führt der Tutor ergänzend dazu durch den Unterricht. Er gibt den Lernenden Hinweise auf verfügbare Lernmaterialien oder er korrigiert/bearbeitet von Lernenden erhaltene Dokumente (z.B. Tests, Übungen). Durch die Interaktion mit den Lernenden bekommt der Tutor natürlich auch Feedback und erhält somit z.B. Hinweise auf notwendige Ergänzungen, Korrekturen etc. Somit hat er auch die Aufgabe, den Status der Nutzung zu überwachen, den Lernerfolg der Lerner, die Qualität und Güte der bereitgestellten Kurse zu messen. Dabei geben sie bei Bedarf Feedback an die Dozenten oder Autoren.

Um die Lernenden zu begleiten, braucht der Tutor verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten. Hier werden häufig Chat-, e-Mail- und Newsgroup-Funktionalitäten verwendet. Bei der Bewertung / Durchsicht von durch Schülern erstellten Dokumenten sollte eine virtuelle Lernumgebung technische Unterstützungen bieten. Denkbar ist z.B. die automatische Auswertung von Multiple-Choice-Aufgaben.

3.2.1.6 Der Lerner

Der Lernende ist derjenige, der mit Unterstützung der Lehrenden und mit der Abarbeitung der Kurse die Lerninhalte im Endeffekt beherrschen soll. Für ihn gilt:

- Dem Lernenden müssen gewisse Freiräume als auch Leitfäden beim Erlernen des jeweiligen Kursstoffes bereitstehen. Dies wird in einigen Systemen durch die Bereitstellung verschiedener Lernpfade realisiert.
- Die Lernenden sollten die Möglichkeit haben, zu jeder Zeit bzw. zu jedem Kurs Notizen hinzufügen zu können. Jene Notizen sollten ebenfalls vom System verwaltet werden. Dabei ist es denkbar, Notizen in private und öffentliche Typen einzuteilen. Öffentliche Notizen sind dabei von anderen Studenten oder Gruppenmitgliedern ersichtlich, private hingegen nicht.
- Neben indirekten Kommunikationsmöglichkeiten sollten auch direkte geschaffen werden, in denen Lernende sich mit Ihregleichen oder mit Lehrenden austauschen können. Die angedachte Funktionalität ist vergleichbar mit der herkömmlicher Foren und wird in den meisten Systemen mittels Chat-Funktionen oder Newsgroups angeboten.
- Ankündigungen sowie häufig gestellte Fragen und dergleichen sind den Lernenden in den meisten Systemen durch Blackboards ersichtlich. Blackboards sind dabei häufig für alle Beteiligten ersichtliche WWW-Seiten.



3.2.2 Medien in virtuellen Lernumgebungen

Im Abschnitt 2.2 sind verschiedene Aspekte aus der Sicht der Pädagogik aufgelistet worden. Bzgl. des Unterrichts wurden zwei fundamentale Ebenen genannt: die *sozial-interaktionelle* Ebene und *didaktisch-methodische* Ebene. Beide Ebenen sind, zur Schaffung einer pädagogisch sinnvollen virtuellen Lernumgebung wichtige Aspekte und sollten daher berücksichtigt werden. Der sozial-interaktionelle Aspekt wird dabei in den meisten Systemen durch elektronische Kommunikationen (wie Chat, EMail, Black- und Whiteboard) realisiert. Der didaktisch-methodische Aspekt spiegelt sich u.a. in den Lernmaterialien (Kurse, Lernmodule, Nachschlagewerke, Übungen/Tests sowie Evaluierungen/Umfragen) wider. Im ersten Teil dieses Abschnitts werden einige Medien zur Kommunikation vorgestellt, und im zweiten Teil werden Medien zur inhaltlichen Gestaltung von Lernmaterialien betrachtet.

Unabhängig von den verwendeten Inhalten und den benutzten Medien sollte eine virtuelle Lernumgebung stets eine konsistente und übersichtliche Benutzerführung für Lehrende und Lernende anbieten. Dies bestimmt im Zusammenhang mit dem Inhalt und den Anforderungen an die Funktionalitäten die Wahl der geeigneten Werkzeuge und Medien zur Kommunikation. In Abbildung 3.1 sind einige wichtige Medien dargestellt, die in verschiedenen Projekten, unterschiedlich kombiniert, benutzt werden.

3.2.2.1 Whiteboard

Das Whiteboard dient als ein Kommunikationstool und Kooperationstool, mit dem der Tutor mit den Lernenden oder die Lernenden unter sich während des Unterrichts Ideen austauschen können. Der Austausch kann Texte, Bilder, Audiodateien etc. beinhalten und funktioniert wie in einer Newsgroup. Letzteres bedeutet, daß der Inhalt für eine längere Zeit und für dafür vorgesehene Gruppen ersichtlich ist und daß asynchron kommuniziert wird.

3.2.2.2 Blackboard

Das Blackboard ist für Ankündigungen gedacht. Hier können häufig gestellte, themenbezogene Fragen und Antworten (im Sinne von FAQ's¹) aufgelistet werden. Auch dienen Blackboards z.B. zur Bekanntgabe wichtiger Termine oder Ereignisse.

3.2.2.3 Chat

Mit einem Chat-Werkzeug können sich Benutzer (Tutor oder Lernende) über verschiedene Kanäle zeitgleich zum Beispiel über Lerninhalte austauschen. Chat-Kanäle können Themen zugeordnet werden und bei Bedarf nur bestimmten Gruppen zugänglich sein. Neben der Auskunftsfunktion können auch Gruppenarbeiten über Chat durchgeführt werden.

3.2.2.4 Nachschlagewerke

Nachschlagewerke bieten Suchverfahren zur möglichst effizienten Auffindung von Inhalten der Lernumgebung. Die Suche kann durch bestimmte Kategorien wie Fachbereich, Thema, Inhaltstyp (Übungen, Beispiele) etc. optimiert werden. Nachschlagewerke dienen begleitend dem Lernprozeß (beispielsweise in Form eines Wörterbuchs, Glossars) oder dem entdeckenden Lernen.

3.2.2.5 Übungen, Tests

Den bisher recherchierten Beiträgen konnten nicht viel Informationen bzgl. der Realisierung von Übungen und Tests entnommen werden. Es scheint, daß diesbzgl. die Aus- bzw. Bewertungen überwiegend durch Tutoren, d.h. durch Menschen erfolgt. Im gewissen Rahmen ist jedoch auch denkbar, daß eine virtuelle Lernumgebung hier unterstützen kann, beispielsweise durch multiple choice-Aufgaben, Lückentext, Zuordnungsaufgaben usw.

3.2.2.6 Evaluierungen, Umfragen

Evaluierungen und Umfragen dienen als Feedback für Lehrende (Tutor, Dozent, Autor). Hierfür kann eine Lernumgebung geeignete Formulare zum Ausfüllen anbieten.

3.2.2.7 Text als Medium

Eines der wohl am häufigsten verwendeten Medien zur Übertragung von Inhalten stellt der geschriebene Text dar. Der geschriebene Text bietet neben der individuellen Wahl der Lesegeschwindigkeit welche Vorteile. Allerdings kann das Lesen am Bildschirm schnell anstrengend werden und somit Konzentrations- und Motivationsprobleme verursachen. Dem kann vorgebeugt werden, in dem z.B. die Schrift vergrößert oder die Textmenge reduziert wird und beispielsweise Visualisierungen genutzt werden. Zudem sollten Sätze kurz, einfach und prägnant sein.

3.2.2.8 Bild

Einige Vorteile von Bildern wurden bereits in Abschnitt 2.3.1 genannt.

¹Frequently Asked Questions: dies sind Dokumente, die Antworten auf häufig gestellte Fragen geben

3.2.2.9 Ton

Das Medium Ton wird häufig verschiedenen Bereichen, wie z.B. zur Aussprache von Textpassagen, Übermittlung von Geräuschen oder zum Musikhören im Lernprozeß eingesetzt. Bei der Aussprache kann es beispielsweise im Unterschied zum geschriebenen Text dazu dienen, gewisse Gefühle beim Hörer hervorzurufen, in dem der Sprecher z.B. gewisse Passagen besonders betont. Musik wiederum ermöglicht eine z.T. sehr ausdrucksstarke oder suggestive Darstellung.

3.2.2.10 Animation

Die Animation wird in einem Lernmodul oft in Form eines Lehrfilms genutzt. Damit der Lehrfilm zum Lernerfolg führt, sollten einige Grundregeln beachtet werden:

- Steuerungsmöglichkeiten sollten dem Lernenden zur Verfügung stehen. Damit kann er sich gezielt die für ihn interessanten Passagen anschauen.
- Schrifteinblendungen
- Verwendung eines synchronen Sprechertexts zur ergänzenden Erläuterung

3.2.3 Eigenschaften der Lernmaterialien

Die nachfolgenden Eigenschaften werden in den meisten betrachteten Systemen genannt und finden sich in unterschiedlichen Aspekten der Architekturen wieder. Sie betreffen überwiegend die Strukturierung der Lernmaterialien.

3.2.3.1 Wiederverwendbarkeit

Wiederverwendbarkeit zielt darauf ab, einmal erstelltes Lernmaterial mehrfach zu verwenden. In Systemen, die sich auf spezielle Ausgabeformate (wie z.B. HTML) spezialisieren, findet Wiederverwendung meist auf der Ebene der fertiggestellten Kurse statt. Neuere Vorhaben (vgl. 3.1.8, 3.1.9 oder 3.1.10) zielen nicht allein darauf ab, ganze Inhalte wiederzuverwenden, sondern betrachten Wiederverwendung auch auf struktureller Ebene. Aus erzeugten Lernmaterialien sollen automatisiert mehrere Kurse mit jeweils unterschiedlichen Lernpfaden entstehen. Damit erfolgt eine Unterscheidung in Inhalt, Strukturierung und Ausgabe. Wiederverwendbarkeit soll in diesem Sinne auf diesen drei Ebenen stattfinden und damit eine Konfigurierbarkeit von Kursen für unterschiedliche Zielgruppen, Lehr- und Lernkontexte ermöglichen.

Die Wiederverwendbarkeit bedeutet beispielsweise im Sinne des Projekts VIROR auch, daß Lernmodule mehrsprachig und nicht zu sehr auf einen Kontext (z.B. eine Institution) abgestimmt sein sollen, damit sie national wie internationale einfacher ausgetauscht werden können.

3.2.3.2 Lernförderlichkeit

Ein Lerninhalt soll nicht nur einfach Lernmaterial vermitteln, sondern auch das Lernen selbst fördern. Unter Lernförderlichkeit werden häufig die folgenden Punkte zur Gestaltungsanforderung genannt:

- Berücksichtigung der Lerngewohnheiten, Vorkenntnisse und Erfahrung der Zielgruppe
- Die bei der Darstellung der Wissensinhalte verwendeten Medien müssen dem Lernenden geläufig sein und sollten ihm beim Aufbau mentaler Modelle behilflich sein
- Auswahl und Anordnung der Lerninhalte nach didaktischen Gesichtspunkten
- Konsistente und aufeinander aufbauende Präsentation
- Unterstützung des selbstgesteuerten und selbstorganisierten Lernens
- Vertiefung der Lerninhalte anhand multipler Kontexte und multipler Perspektiven
- Bereitstellung jeder Zeit zugänglicher Hilfestellungen, Anleitungen, Nachschlagewerke
- Einsatz von stimulierenden und motivierenden Elementen

Die hierbei genannte Präsentation besagt nicht allein die geeignete Wahl von Medien, sondern in diesem Kontext auch die geeignete Strukturierung von Lernmaterialien. Wie in Kapitel 2 erwähnt kann in diesem Sinne zum Beispiel die Angabe von Inhaltsverzeichnissen am Beginn eines jeden Kurses behilflich sein.

Zur Unterstützung der verschiedenen Lernformen (selbstorganisiert, geführt etc.) bieten einige Systeme unterschiedliche Sichten auf Kurse, die jeweils unterschiedliche Lernpfade realisieren. Ergänzend dazu werden teilweise auch die folgenden Strukturierungen angeboten:

- Abrufbarkeit von Querverweisen innerhalb von Kursen
- Nutzung von Volltext-Indexen oder Index-Registern
- Wahlweise Anzeige von Kursüberblicken, Kurslogistiken und Kursübungen
- Nutzung einer Background Library, welche (möglicherweise inhaltsbezogene) Literaturreferenzen enthält
- Unterstützung für das Lernen im Offline-Betrieb
- Automatisches Anfertigen von Nutzerprofilen zur individuellen Kursnutzung

3.2.3.3 Zusätzliche Funktionen

Im Hinblick auf mehrere potentielle Lerner bieten einige Lernumgebungen Unterstützung bei der gemeinsamen Nutzung von Lernmaterialien. So bestehen in einigen Systemen Möglichkeiten zur gemeinsamen (zeitgleichen) Durchführung von Praktika, Übungen, Seminaren. Dabei assistiert das System zum Beispiel bei der Terminkoordination. Auch bieten einige Systeme eine Online-Evaluation der aktuellen Leistungen an. Dies erfolgt beispielsweise durch Online-Berechnung der aktuellen Note und der damit zusammenhängenden Empfehlung von weiteren Kursen bzw. Prüfungen in Abhängigkeit dieser Noten.

3.2.4 Technische Eigenschaften

Die meisten der betrachteten Systeme basieren auf einer WWW-Schnittstelle oder auf eine Verwendung von Java. Dadurch wird eine gewisse Plattformunabhängigkeit erreicht. Die hinter diesen Schnittstellen befindliche Software (beispielsweise ein Dokumentenserver) ist wiederum teilweise von ganz konkreten Betriebssystemen abhängig. Was die Gesamtarchitektur der jeweiligen Systeme anbelangt, verfolgen die meisten Projekte folgende Ziele:

- Konzeption einer einheitlichen, technischen Infrastruktur für die gesamte virtuelle Lernumgebung.
- Verwendung einheitlicher Nutzerschnittstellen.
- Überwiegend Bereitstellung der Kurse im HTML-Format.
- Einige Lernumgebungen bieten auch eine Bereitstellung für das Offline-Lernen.
- In der Regel nutzen die meisten Lernumgebungen die im WWW üblichen Kommunikationsmechanismen

3.2.4.1 Systemdienste

Derzeit basieren etliche Lernumgebungen auf einer Datei-basierten Verwaltung der Kurse, die dann per WWW-Server für das Web exportiert werden. Dabei werden die nachfolgend genannten Dienste per Skripte (PHP, Javascript) oder durch hinzugefügte teilweise auch selbstentwickelte Teilkomponenten ergänzt. Dies betrifft Dienste zur Verwaltung von Dokumenten in einer Art Dokumentenmanagementsystem, die Verwaltung von Nutzern, Nutzergruppen, Nutzerrechten, die Bereitstellung organisatorischer Dienste, wie z.B. Kalender, Mailfunktionen etc. oder Dienste zur Wahrung des Zugriffsschutzes, der Sicherheit und der Zugriffskontrolle. Auch enthalten einige Systeme Funktionen zum Backup der Daten.

3.2.4.2 Externe Systeme, offene Standards

Eine Lernumgebung stellt zwangsläufig ein sehr großes System dar, in dem unterschiedliche Teilsysteme genutzt werden und miteinander Daten austauschen müssen. Alle virtuellen Lernumgebungen orientieren sich daher an weit verbreiteten Standards, wie zum Beispiel XML oder LDAP. Auch nutzen die meisten von ihnen gängige Schnittstellen zur Anbindung fremder Software / Funktionalitäten.

3.2.4.3 Qualitative Merkmale

Bei virtuellen Lernumgebungen handelt es sich in der Regel nicht nur um große Systeme, sondern auch um welche, die im Verlauf ihres Daseins sehr wahrscheinlich von vielen Anwendern gleichzeitig verwendet werden und dabei große Datenmengen verwalten müssen. Daher sind Ausfallsicherheit, Betriebssicherheit und Fehlertoleranz wichtige qualitative Merkmale für im Einsatz befindliche virtuelle Lernumgebungen.

3.2.4.4 Sonstige (technische) Eigenschaften

Eben weil sich Lernumgebungen zu sehr umfangreichen Systemen sowohl im Hinblick der eingesetzten Software, als auch der verwendeten Daten entwickeln, müssen folgende Eigenschaften besonders bedacht werden: Skalierbarkeit und Langlebigkeit. Diese Eigenschaften müssen bei der Konzeption und der späteren Weiterentwicklung dringend beachtet werden, da sich Fehler in diesem Kontext später als sehr teuer² erweisen.

Garantiert werden diese Merkmale u.a. durch die Summe der zuvor genannten Eigenschaften für virtuelle Lernumgebung. Z.B. begünstigt eine Trennung von Inhalt, Strukturierung und Ausgabeformat bei der Kursgestaltung die Wiederverwendung von Kursmaterialien, die Unterstützung weiterer Ausgabeformate usw.

²was u.a. den Entwicklungsaufwand angeht

3.3 Vor- und Nachteile virtueller Lernumgebungen

Virtuelle Lernräume sind Gegenstand von Forschungsvorhaben unterschiedlichster Fachrichtungen, werden aber auch derzeit häufig in verschiedenen Medien diskutiert. Bei den Diskussionen stehen dabei meistens die Vor- und Nachteile im Vordergrund. Diese seien in den folgenden zwei Teilabschnitten kurz genannt, da sie zumindest einen Eindruck vermitteln, wofür Lern- und Lehrumgebungen geeignet sind und wofür nicht.

3.3.1 Nachteile

Als Nachteile werden häufig die folgenden genannt:

1. Fehlende oder mangelhafte Kriterien für die Beurteilung virtuell erbrachter Leistungen.
2. Anonymisierung von Bildungseinrichtungen.
3. Große Anforderungen an Technikausstattung und Nutzungskompetenz.
4. Lehrmaterial muß neu konzipiert und mediengerecht aufbereitet werden. Insbesondere müssen Lehrmaterialien und die neuen Medien aufeinander abgestimmt sein (vgl. Abschnitt 2.3.1)
5. Aufbereitung von Lernmaterial ist häufig mit hohem Aufwand verbunden, d.h. zeit- und arbeitsintensiv.
6. Übermäßige Standardisierung von Lehrinhalten notwendig.
7. Zusätzliche Kosten für die Datenübertragung
8. Mangelnde soziale und emotionale Akzeptanz von Computermedien in weiten Bevölkerungskreisen bzw. häufig pessimistische Haltungen gegenüber dem Einsatz neuer Medien
9. Soziale Austauschmöglichkeiten über Datennetze erreichen nicht die Qualität der Diskussion in Seminaren
10. Generell stark verminderte Einflußmöglichkeiten seitens der Umwelt und dadurch schwache Ausprägung sozial-interaktioneller Faktoren (vgl. mit Modellen aus Kapitel 2)

Neben diesen Nachteilen stellen sich auch viele bisher nicht beantwortete Fragen: so ist bisher nicht geklärt, welche Rolle menschliche Kommunikation beim Lernen spielt, mit welchen technischen Methoden welche Lerngebiete am besten gelehrt werden können, welche Aspekte des Lernens gut und welche weniger gut geeignet sind für virtuelles Lernen, wie sich Schüler in virtuellen Umgebungen persönlich entwickeln etc. Auch stellen sich Fragen bzgl. der Positionierung virtueller Lernumgebungen: ob diese beispielsweise die vorhandenen Lehrmethoden ersetzen werden oder ob sie eine Weiterentwicklung der vorhandenen Methoden darstellen. Der im Februar 2002 an der TU Chemnitz stattgefundene Vortrag von Herrn Prof. Meier [18] hat diesbzgl. gleich mit der Frage begonnen: "e-Learning - a revolution or evolution?"

3.3.2 Vorteile

Durch die Entwicklung der Multimediatechnik und der Vernetzung ist es möglich, Lehr- und Lernmaterial mehrfach wieder zu verwenden und unabhängig von Zeit und Ort anzubieten. Diese Merkmale stehen im Zentrum der meisten Forschungs- und Entwicklungsprojekte für Lernumgebungen. Darüber hinaus besteht weitestgehend Konsens über die folgenden Vorteile:

1. Wiederverwendung von Lerninhalten.
2. Unterstützung des entdeckenden Lernens, indem Lerninhalte ausgewählt werden können.
3. Individualisierung des Lernens: Ausbildungsziele und -schritte können vom Lerner gewählt werden.
4. Auf unterschiedlich individuelle Voraussetzungen der einzelnen Lernenden kann das System eingehen.
5. Förderung der Interdisziplinarität und Internationalität.
6. Multimediale Aufbereitung des Lernstoffs bietet Zugang zu neuen Möglichkeiten: Animationen und Simulationen können beispielsweise komplexe Sachverhalte verständlicher machen.
7. Multimediale Lerntechniken erleichtern den Zugriff auf Informationen in Datenbanken und elektronischen Bibliotheken.
8. Wissen kann schneller publiziert und verbreitet werden (beispielsweise aktuelle Lehrbücher).
9. Neue Formen der Telekooperation zwischen Lehrenden und Lernenden. Dadurch kann in Arbeitsgruppen Kreativität und der Austausch mit Experten gefördert werden.
10. Lernende könne auch ohne angemessene Voraussetzungen teilnehmen.
11. Personelle und materialle Engpässe seitens des Instituts können vermindert werden. Gleichzeitig kann die Schaffung spezialisierter Gruppen gefördert werden.
12. Virtuelle Lernumgebungen können für Lerner und Lehrer Arbeitsumgebungen bieten. Lerner können beispielsweise Notizen speichern, Lehrende sich ihr Lehrmaterial systematisch zusammenstellen.

Kapitel 4

Konzeption einer virtuellen Lernumgebung

Den Beschreibungen aus Kapitel 3 kann entnommen werden, daß die Konzeption und erst recht die Entwicklung virtueller Lernumgebungen einen sehr großen Umfang annehmen können, wenn, wie zum Beispiel im Projekt ViKar erfolgt, möglichst alle Aspekte abgedeckt werden sollen. Nicht nur der Kern einer Lernumgebung, der die internen Verwaltungsvorgänge realisiert, sondern auch die darauf aufbauenden Dienste zur Nutzung der Lernumgebung verlangen allein softwaretechnisch gewaltige Anstrengungen.

Dies alles prototypisch zu konzeptionieren und anschließend zu realisieren würde sicherlich den Rahmen einer Diplomarbeit sprengen. Vielmehr standen im Grunde zwei Möglichkeiten zur Auswahl: die Skizzierung einer Gesamtarchitektur oder die Auswahl einer bestimmten Thematik aus dem Themenkomplex virtueller Lernumgebungen. Letztendlich fiel die Wahl auf die letztgenannte Option und zwar aus den folgenden Gründen: zum einen existieren bereits einige Architekturvorschläge für Lernumgebungen. Die Menge an Ideen ist in diesem Umfeld verhältnismäßig groß. Zum anderen fallen bei den Beschreibungen aus Kapitel 3 zwei Dinge auf, die schließlich zur Wahl der zweiten Option geführt haben. So fällt auf, daß zwar häufig die sog. "pädagogischen Aspekte" berücksichtigt werden, diese jedoch selten konkret genannt werden und demzufolge architektonisch vermutlich auch nicht unmittelbar berücksichtigt werden. Außerdem fällt auf, daß der Punkt der Wiederverwendung von erstellten Kursmaterialien aktuell und wohl auch in Zukunft eine Herausforderung bei der Konzeption von Lernumgebungen darstellt.

Aus diesen Gründen wurde als Schwerpunkt die Verwaltung von Kursen bzw. Unterrichtseinheiten unter Berücksichtigung pädagogischer Aspekte und unter Verwendung von AMSys gewählt. Die Verwaltung bildet den Kern einer virtuellen Lernumgebung und ist damit ein zentraler Baustein für die darauf aufbauenden Dienste. Bevor die Architektur der Verwaltung von Kursen vorgestellt wird, erfolgt vorab eine kurze Zusammenfassung der Motivation für die gewählte Architektur.

4.1 Leitfaden für die Architektur

Einen wichtigen Leitfaden stellen die Anforderung, einmal erstellte Kurse wieder zu verwenden, dar. Diese Anforderung ist zentral, wenn davon ausgegangen wird, daß eine vir-

tuelle Lernumgebung im Verlauf ihres Daseins eine große, stark vernetzte Wissensbasis bildet. Wiederverwendung hilft hierbei in vielen Dingen, so z.B. zur besseren Pflege des Datenbestands, zur Festigung des Korrektheitsgrades, zur schnelleren Zusammenstellung von Kursen usw.

Einen zweiten wichtigen Leitfaden bilden einige Erkenntnisse aus Kapitel 2. Viele vorhandene Lernumgebungen betrachten überwiegend die Güte des Lernmaterials und damit die mit dem Lerner zusammenhängenden pädagogischen Aspekte. Aus besagtem Kapitel wird aber insbesondere auch deutlich, daß Lernen von beiden beteiligten Parteien, also Lernern und Lehrern, abhängt. Dabei gilt es auch, die Eigenschaften und Anforderungen des Lehrers und seiner Umwelt zu berücksichtigen. Die Wiederverwendung von Kursmaterialien stellt eine solche Berücksichtigung dar, aber auch die Bereitstellung geeigneter Werkzeuge zur Kursgestaltung.

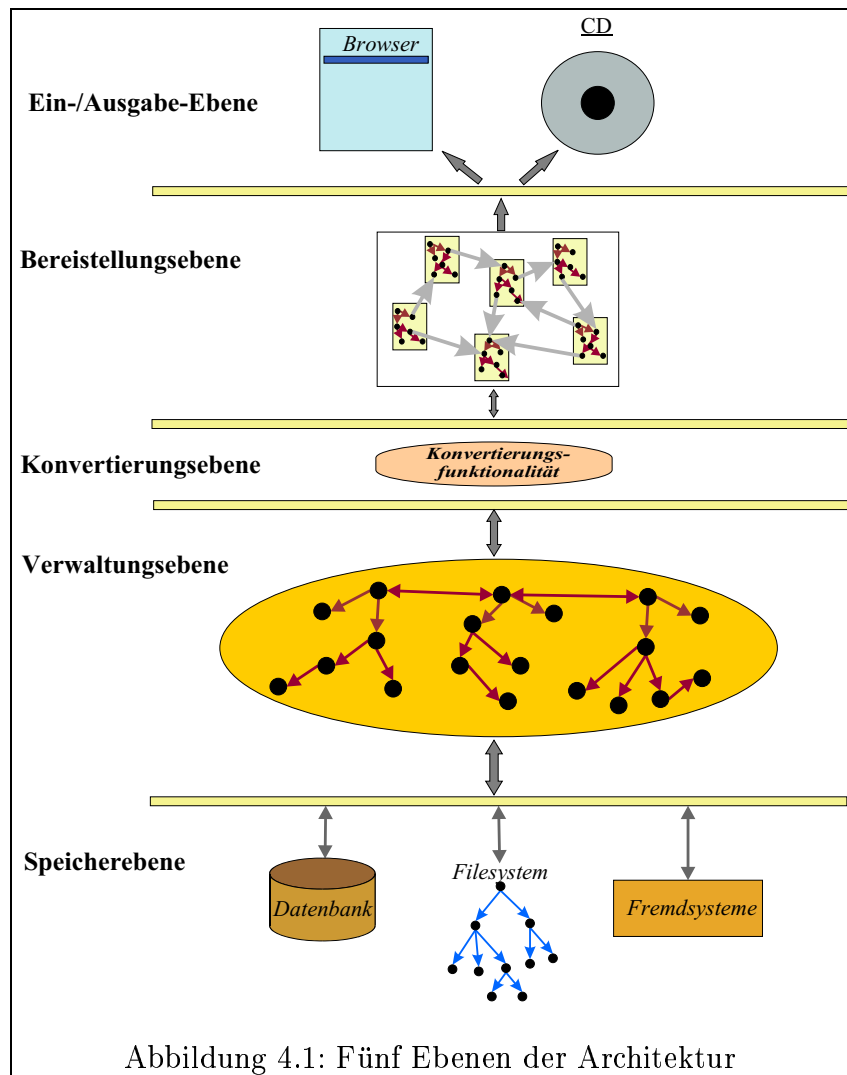
In Kapitel 2 wurden zum Beispiel einige Modelle zur Gestaltung von Kursen, Unterrichtseinheiten etc. erwähnt. Dazu zählte u.a. die Möglichkeit, Kurse in verschiedenen Planphasen zu gestalten (vgl. beispielsweise 2.2.3). Die Curriculumtheorie (2.2.6) schrieb u.a. sehr detaillierte Phasen vor, die mit jedem neuen Kurs bzw. jeder neuen Unterrichtseinheit immer wiederkehren. Daher werden mit den nachfolgenden Erläuterungen u.a. eine Komponente zur Planung von Unterricht, eine Komponente zur Gestaltung von Kursen, sowie eine Komponente zur Realisierung von immer wiederkehrenden Schemata, die sowohl die Planung/Gestaltung, als auch den Inhalt von Kursen betreffen, vorgestellt.

4.2 Allgemeiner Architekturaufbau

Die Architektur der virtuellen Lernumgebung besteht aus fünf Ebenen, die jeweils unterschiedlichen Aufgaben der Lernumgebung dienen. Die Ebenen sind im einzelnen eine Verwaltungsebene, Speicherebene, Ein- /Ausgabeebene, Bereitstellungsebene und eine Konvertierungsebene. Sie übernehmen die folgenden Aufgaben:

- **Die Speicherebene:** enthält die Dokumente im Quellformat (Word-Dokument, Powerpoint-Dokument, etc.)
- **Verwaltungsebene:** Dies ist die umfangreichste Ebene. Auf dieser werden Meta-Informationen über Dokumente der Speicherebene verwaltet, Unterrichtseinheiten, Kurse, Themen etc. realisiert.
- **Konvertierungsebene:** Auf dieser Ebene werden Dokumente der Speicherebene in andere Formate konvertiert, die dann auf der Bereitstellungsebene verfügbar sind. Beispielsweise kann ein WORD-Dokument in ein entsprechendes HTML-Dokument übersetzt werden.
- **Bereitstellungsebene:** Auf dieser Ebene werden Kurse zur eigentlichen Nutzung bereitgestellt. Die Bereitstellung kann in Form von HTML-Seiten für das Online-Lernen, in Form von Downloads für das Arbeiten daheim usw. erfolgen.
- **Ein-/Ausgabe-Ebene:** Auf der Ebene der Ein-/Ausgabe wird mit dem Gesamtsystem über eine Schnittstelle (z.B. WWW) interagiert. Diese Interaktion betrifft u.a. die Pflege des Datenbestandes (Lehrer), die Nutzung von Kursen (Schüler), Administration.

In Abbildung 4.1 ist die Interaktion der einzelnen Ebenen durch Pfeile angedeutet. Die jeweiligen Abhängigkeiten gehen aus der Beschreibung der einzelnen Ebenen und ihrer Prozesse hervor und werden auf die nachfolgenden Abschnitte verlegt. Zuvor seien in diesem Abschnitt die Ebenen kurz genannt.



4.2.1 Aufgaben jeweiliger Ebenen

4.2.1.1 Speicherebene

Auf der Speicherebene befinden sich die verschiedenen Datenquellen, in denen die Dokumente verwaltet werden. Als mögliche Dokumente kommen z.B. Word-Dokumente, Powerpoint-Folien, Grafiken, Sound-Dateien und als mögliche Datenquellen zum Beispiel das Dateisystem, verschiedene Datenbanksysteme etc. in Betracht. Die Autoren der Lernumgebung legen auf der Speicherebene ihre Originaldokumente ab und erzeugen entsprechende Angaben für die Katalogkomponente (4.3.1.1). Die Katalogkomponente erstellt aus

diesen Angaben entsprechende Beschreibungen, die ein späteres Auffinden der Dokumente in den Datenquellen ermöglichen.

4.2.1.2 Verwaltungsebene

Die Verwaltungsebene stellt den wichtigsten Teil des Gesamtsystems dar und wird daher in den nachfolgenden Abschnitten ausführlicher beschrieben als die übrigen Ebenen. Auf der Ebene der Verwaltung wird intensiv vom Graphmodell von AMSys Gebrauch gemacht, um auf diese Weise die Zusammensetzung und Abfolge von Kursen und die Zusammensetzung von Plänen zu realisieren. Darüber hinaus beschreibt die Verwaltungsebene noch weitere Elemente des Gesamtsystems, weswegen sie in mehrere, Komponenten gegliedert wird. Die folgenden Komponenten bilden in ihrer Gesamtheit die Verwaltungsebene:

- Auf der untersten Schicht erfolgt eine wissensbasierte Verwaltung der Datenquellen (der Speicherebene) in Form einer Bibliothek. Die dafür zuständige Komponente wird *Katalogkomponente* genannt.
- Die *Planungskomponente* dient zur Planung von Kursen.
- In der *Kurskomponente* werden sog. *Kurse* und *Unterrichtseinheiten* verwaltet.
- Zur Steuerung des Ablaufs sowohl bei der Gestaltung und Planung, als auch bei der Abarbeitung von Kursen dient die *Ablaufsteuerungskomponente*.
- Die zur Verwaltung notwendigen administrativen Informationen werden in der *Administrationskomponente* verwaltet. Hierzu zählt unter anderem die Verwaltung der Nutzeraccounts.

Die einzelnen Komponenten werden im Abschnitt 4.3.1 näher beschrieben.

4.2.1.3 Konvertierungsebene

Die Konvertierungsebene dient zur Überführung von Dokumenten der Speicherebene in ein vorgegebenes Format. So kann hierbei z.B. ein Word-Dokument einer Datenquelle "Dateisystem" in ein entsprechendes HTML-Format konvertiert werden. Die Konvertierungsebene enthält für diesen Prozeß entsprechende Konvertierungsroutinen. Insbesondere aber ist die Konvertierungsebene dafür zuständig, aus Kursbeschreibungen, Inhalten der Speicherebene und Layoutvorlagen Kurse in einem entsprechenden Ausgabeformat und -layout auf der Bereitstellungsebene auszugeben. Nähere Informationen sind u.a. Abschnitt 4.5 zu entnehmen.

4.2.1.4 Bereitstellungsebene

In der Verwaltungsebene beschriebene Inhalte werden als solche für ein bestimmtes Medium in der Bereitstellungsebene zur Verfügung gestellt. Zur Verfügung bedeutet, daß sie über die Ein-/Ausgabebene nutzbar sind. Die Bereitstellungsebene verhindert somit u. a. eine ständige Konvertierung von Kursbeschreibungen in konkrete Ausgabeformate (siehe auch 4.5). Auch ermöglicht sie in Verbindung mit einem entsprechenden Dienst den Download von Materialien.

4.2.1.5 Ein-/Ausgabeebene

Diese Ebene dient zur Interaktion mit dem Gesamtsystem, d.h. zum Zugriff auf alle Ebenen der Architektur. Die Interaktion erfolgt dabei durch spezielle Dienste. Mit diesen Diensten kann der Autor zum Beispiel den Datenbestand der Speicherebene pflegen, indem er neue Dokumente einspeist, neue Versionen von bereits vorhandenen erzeugt usw. Der Dozent wiederum nutzt andere Dienste, die ihm die Planung und Zusammenstellungen von Kursen etc. ermöglichen. Der Lerner hingegen nutzt Dienste dieser Ebene, um z.B. auf der Bereitstellungsebene befindliche Kurse über einen gängigen Browser anzuwenden.

4.3 Verwaltungsebene

Die Verwaltungsebene ist zentraler Betrachtungspunkt dieser Arbeit. Diese Ebene besteht, wie im vorherigen Abschnitt gesehen, aus mehreren Komponenten, die ihrerseits wiederum verhältnismäßig komplex werden. Da in dieser Arbeit zudem vorrangig die in Abschnitt 4.1 genannten Punkte beachtet werden, wird die Betrachtung der Verwaltungsebene überwiegend auf die Gestaltung von Kursen und auf die Realisierung und Nutzung von sog. Ablaufsteuerungen reduziert. D.h., die folgenden Punkte/Anforderungen werden bei der Konzeption der Verwaltungsebene tiefergehend behandelt:

- Trennung von Lehrstoff, Lehrstrukturierung, weitestgehend auch didaktischen Aspekten und letztendlicher Präsentation
- Möglichkeiten der ganzheitlichen oder teilweisen Wiederverwendung bereits erstellter Kurse bzw. Unterrichtseinheiten
- Implementierung von Prozessen zur Anwendung didaktischer Methoden

Die beiden erstgenannten Anforderungen können durch eine strikte Trennung von Inhalt, Strukturierung und Ausgabe realisiert werden. Wesentlich ist hierbei die Nutzung einer Metaebene, auf der Kurse strukturiert werden und der Bezug zum Inhalt und zum Ausgabeformat erstellt wird. Dies erfolgt in der *Planungs-* und der *Kurskomponente*.

Dem dritten Punkt liegt die Idee zugrunde, den Ablauf bei der Erstellung von Kursplänen oder auch Kursen, bei der Nutzung von Kursen, sowie bei der möglicherweise wechselwirkenden Beziehung zwischen Erstellung und Nutzung mit einer Ablaufsteuerung zu unterstützen. Realisiert wird jene Anforderung durch eine sogenannte *Ablaufsteuerungskomponente*.

In den folgenden Abschnitten werden nun die einzelnen Komponenten und ihre Aufgaben genannt.

4.3.1 Komponenten der Verwaltungsebene

4.3.1.1 Katalogkomponente

Die Katalogkomponente dient zur semantischen Beschreibung der in den Datenquellen vorhandenen Dokumente. Sie besteht aus einer hochgradig assoziativen Vernetzung und ermöglicht damit das Auffinden semantisch ähnlicher Dokumente, Dokumente verwandter Themen.

4.3.1.2 Kurskomponente

Ein *Kurs* ist im Sinne der Lernumgebung eine Ansammlung von *Unterrichtseinheiten*. Die Unterrichtseinheiten dienen in ihrer Gesamtheit der Erläuterung einer Thematik bzw. eines Sachverhaltes, eines Verhaltens usw. Der Dozent legt letztendlich die Menge der zu vermittelnden Informationen einer Unterrichtseinheit fest. Eine Unterrichtseinheit kann damit hinsichtlich ihrer Fülle zum Beispiel einem Schulunterricht, einer Vorlesung, einer Präsentation oder einer Übung entsprechen.

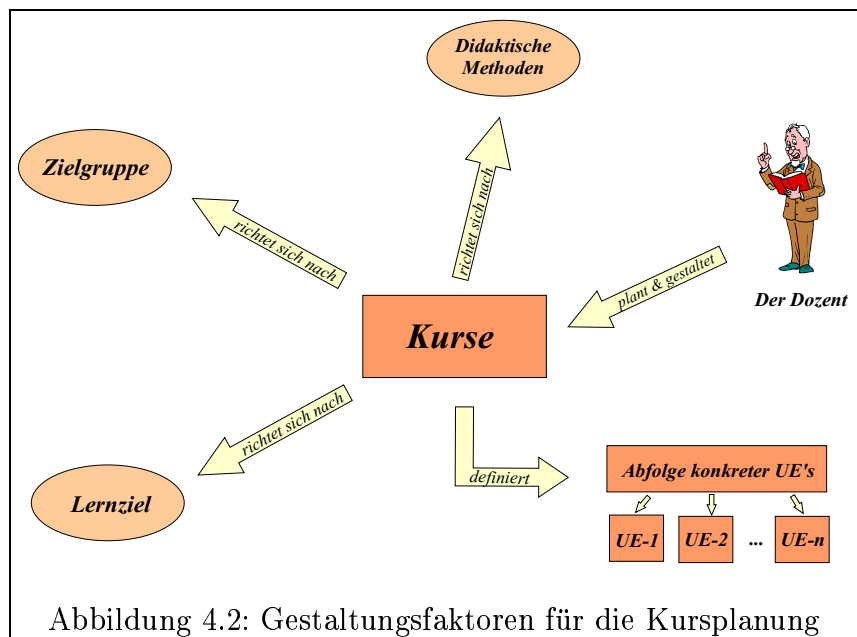
Ein Unterricht, eine Vorlesung etc. stehen meist im Kontext einer übergeordneten Struktur, wie z. B. eines Schuljahres oder eines Semesters. In diesen Kontexten werden in der Regel mehrere Unterrichte oder Vorlesungen gehalten. Zudem finden parallel dazu häufig Übungen statt, oder es werden spezielle Unterrichte oder Vorlesungen gehalten (beispielsweise wenn ein Sachverhalt nicht verstanden wurde oder tiefergehende Informationen seitens der Lerner erwünscht sind). Hieraus ergibt sich, daß Unterrichtseinheiten (Vorlesungen, Unterrichte, Übungen etc.) in bestimmter Weise angeordnet sind bzw. sein können. Unterrichtseinheiten können aufeinander folgen (Vorlesungen), können parallel zueinander verlaufen (Vorlesungen und Übungen) oder können auch unter bestimmten Bedingungen aufeinander folgen. Letzteres ist zum Beispiel der Fall, wenn eine bestandene Prüfung Voraussetzung für den Besuch der folgenden Vorlesung ist.

Zur Anordnung von Unterrichtseinheiten werden daher *Kurse* eingeführt. Kurse dienen der Strukturierung von Unterrichtseinheiten im Hinblick auf mögliche Abarbeitungsfolgen. Durch Abarbeitung der Unterrichtseinheiten wird indirekt das Lernziel eines Kurses erreicht.

Ein Kurs ist für bestimmte Zielgruppen bestimmt, die von sich aus gewisse Erfahrungen, Vorkenntnisse und Motivationen mitbringen. Ein Kurs wird von einem *Dozent* gestaltet, der gewisse didaktische Methoden und gewisse Kursinhalte bevorzugt. Dieser Dozent hat ebenso gewisse Vorstellungen hinsichtlich der inhaltlichen und äußerlichen Form des Kurses bzw. der konkreten Unterrichtseinheiten. In Abbildung 4.2 sind die einzelnen Determinanten eines Kurses skizziert.

Die Abbildung 4.2 zeigt u.a. den Dozenten. In der Lernumgebung ist er für die Gestaltung des Kurses zuständig. Im Unterschied zum Autor verknüpft der Dozent die Inhalte der Speicherebene und fügt sie zu Unterrichtseinheiten zusammen. Diese Verknüpfung erfolgt unter Berücksichtigung didaktischer Methoden, der Zielgruppe und dem Lernziel. Der Dozent ist daher nicht für die Erstellung einzelner Dokumente der Speicherebene zuständig. Dies fällt in das Aufgabengebiet des Autors.

Wie zuvor erwähnt wurde, besteht ein Kurs aus mehreren Einheiten, den *Unterrichtseinheiten*. Eine Unterrichtseinheit verfolgt im Wesentlichen die Ziele des Kurses, konkretisiert diese bzw. einen Teil davon jedoch in Form einer minimalen, weitestgehend abgeschlossenen Einheit. Als eine solche minimale Einheit unterliegt sie zeitlichen Restriktionen und bietet einen sinnvoll abgegrenzten Ausschnitt der Thematik des Kurses als Gegenstand des Lernens an. Sie haben also ebenfalls ein (wenn auch etwas abgespeckteres) Lernziel. Es wird versucht, das Lernziel durch den Einsatz gewisser Medien und Methoden zu erreichen. Didaktische Methoden und Prinzipien, wie beispielsweise die Durchführung einer Evaluation am Ende der Unterrichtseinheit, die Angabe der Strukturierung am Anfang und der Zusammenfassung am Ende der Unterrichtseinheit etc. fließen ebenfalls in die Gestaltung eines Unterrichts ein. Natürlich werden zudem die eigentlichen



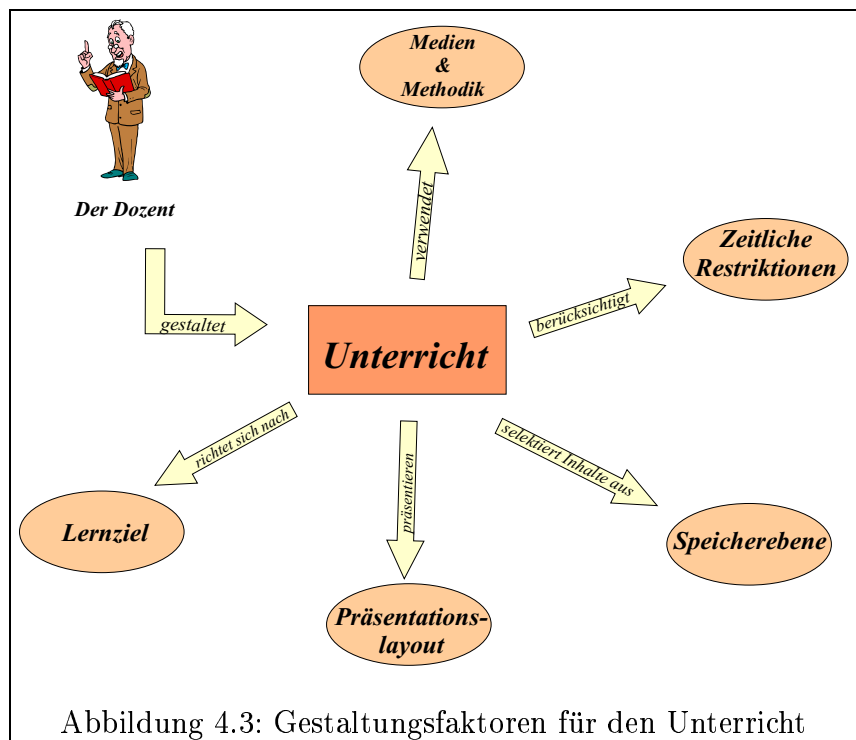
Inhalte benötigt. Diese werden der Speicherebene entnommen und in der Unterrichtseinheit aneinander gereiht. Dabei können für die Bereitstellung der Inhalte gewisse Präsentationsformen erwünscht sein.

In Abbildung 4.3 sind die einzelnen Determinanten illustriert. Ersichtlich ist, daß die Aufgabe der Erstellung einer Unterrichtseinheit ebenfalls dem Dozenten obliegt.

Nach der Einführung des Kurs- und des Begriffs der Unterrichtseinheit seien im folgenden ein paar Kursbeispiele mit möglichen Unterrichtseinheiten gegeben.

Beispiel 1 (Semester) *Ein Sprachkurs ist ein mögliches Beispiel für einen Kurs. In diesem kann beispielsweise das Lernziel darin bestehen, eine Einführung in Deutsch als Fremdsprache zu geben. Mögliche Adressaten sind zum Beispiel Studenten einer Universität, die aus verschiedenen Ländern kommen und in Deutschland studieren möchten. Voraussetzung für die Beteiligung an dem Kurs sind eine Immatrikulation (damit ein entsprechender Bildungsstand) und Kenntnisse der englischen Sprache (als Vorkenntnisse, mit denen man am Anfang unterrichten kann). Lernziele der einzelnen Unterrichtseinheiten können u.a. in der Schaffung eines ersten Kontakts mit der Sprache durch das Erlernen des Alphabets, in der Verwendung einfacher Wörter oder ersten einfachen Grammatikregeln (von trennbaren Verben bis hin zur Anwendung von Adjektiven) bestehen. Ausgehend von diesen Lernzielen gestaltet der Dozent die Unterrichtseinheiten, für die eine Dauer von jeweils 60 Minuten vorgesehen ist. Die einzelnen Lernziele werden in den Unterrichtseinheiten im Kontext eines Themas, wie z.B. der "Anrede bei der Begrüßung" angegangen.*

Beispiel 2 (Themenblock) *Ein Kurs könnte auch darin bestehen, ein umfangreiches Thema in mehrere Themenblöcke zu unterteilen. Mögliche Blöcke könnten zum Beispiel "Fremdsprache I" und "Fremdsprache II" darstellen, bei denen "Fremdsprache I" als Einführungs-, "Fremdsprache II" als Aufbausemester fungiert. In diesem Fall würde dann das Erlernen einer Fremdsprache aus mehreren Kursen bestehen.*



An den bisherigen Ausführungen fallen zwei Merkmale auf:

- Kurse bzw. Unterrichtseinheiten müssen im Hinblick auf ihre Determinanten geplant werden.
- Der Kursbegriff selbst kann in einer übergeordneten Struktur eingebettet sein (vgl. Beispiel Themenblock)

Aus diesen Gründen ist im Architekturkonzept eine sogenannte Planungskomponente innerhalb der Verwaltungsebene vorgesehen.

4.3.1.3 Planungskomponente

Wie der Name es bereits andeutet, dient die Planungskomponente zur Planung von Kursen und Unterrichtseinheiten. Bei einer solchen Planung stellt der Dozent, der auf dieser Ebene operiert, die Ressourcen für die Kurse bzw. Unterrichtseinheiten zusammen. Dazu wählt er Inhalte aus der Speicherebene aus und vermerkt im Plan die entsprechenden *Referenzen* über einen Repräsentanten. Die Inhalte der Speicherebene werden somit nicht kopiert. Nur aus diesen zusammengestellten Referenzen wählt der Dozent später bei der Definition von Kurs- und Unterrichtseinheiten die gewünschten Inhalte der Speicherebene aus. Er muß somit erst die Inhalte der Speicherebene im Plan referenzieren, um sie dann später in den Unterrichtseinheiten verwenden zu können.

Die Zusammenstellung der Referenzen erfolgt auf der Planungsebene unter Verwendung eines Repräsentanten. Es ist hierbei möglich, mehrere Repräsentanten, d.h. Zusammenstellungen von Referenzen, anzulegen. So kann eine Zusammenstellung zum Beispiel pro Unterrichtseinheit, pro Thema innerhalb einer Unterrichtseinheit oder pro Kurs

erfolgen. Die Repräsentanten können ihrerseits in der Planungsebene miteinander verknüpft werden, um damit Beziehungen zwischen Zusammenstellungen auszudrücken. Bei der Wahl dieser Verknüpfungen hat der Dozent alle Freiheiten. So kann er mit einer Verknüpfung von Repräsentanten die Aufeinanderfolge von Unterrichtseinheiten andeuten. Oder er kann Verknüpfungen zur Darstellung von Alternativen verwenden. Repräsentanten können zudem auch weder Referenzen zu Inhalten der Speicherebene, noch Notizen enthalten. In jedem Fall beinhalten sie jedoch einen ausdrucksstarken Bezeichner.

In der Planungskomponente kann durch die genannten Möglichkeiten ein komplexes Netzwerk von Repräsentanten entstehen. Aus diesem Grund können Repräsentanten mit *Notizen* versehen werden. Durch Notizen kann sich der Dozent ergänzende Informationen im Plan vermerken.

Die Planung von Kursen sowie deren Erstellung und Zusammensetzung aus Unterrichtseinheiten erfolgt ohne direkte Einbeziehung von Ausgabeoptionen. Statt dessen kann in der Planungskomponente ein *Ausgabevorlage* (siehe 4.3.1.5) für die spätere Ausgabe ausgewählt werden. In den Unterrichtseinheiten kann bei Bedarf diese Angabe jeweils überschrieben werden. Wenn man z.B. einen Sachverhalt anders als im Schema vorgesehen hervorheben möchte. Anhand der Auswahl einer Layoutvorlage kann beim späteren Prozeß der Erzeugung von Inhalten für die Bereitstellungsebene die Konvertierungsebene das konkrete Layout erzeugen.

Der zu erstellende Kurs zeichnet sich nicht allein durch den Inhalt und die Layoutvorgaben aus, sondern auch durch die *Adressaten*. Adressaten können einzelne Personen (Lerner) oder auch Gruppen von Personen sein. Diese wählt der Dozent aus, indem er in seinem Plan wiederum eine Referenz zu den jeweiligen Adressaten erzeugt, die in der Administrationskomponente verwaltet wird. Zu dieser Verwaltung gehört u.a. das Management der Zusammensetzung von Gruppen, Eigenschaften einzelner Personen, Hinweise bzgl. der Vorkenntnisse oder auch Befugnisse im Hinblick auf das Arbeiten in der Lernumgebung etc..

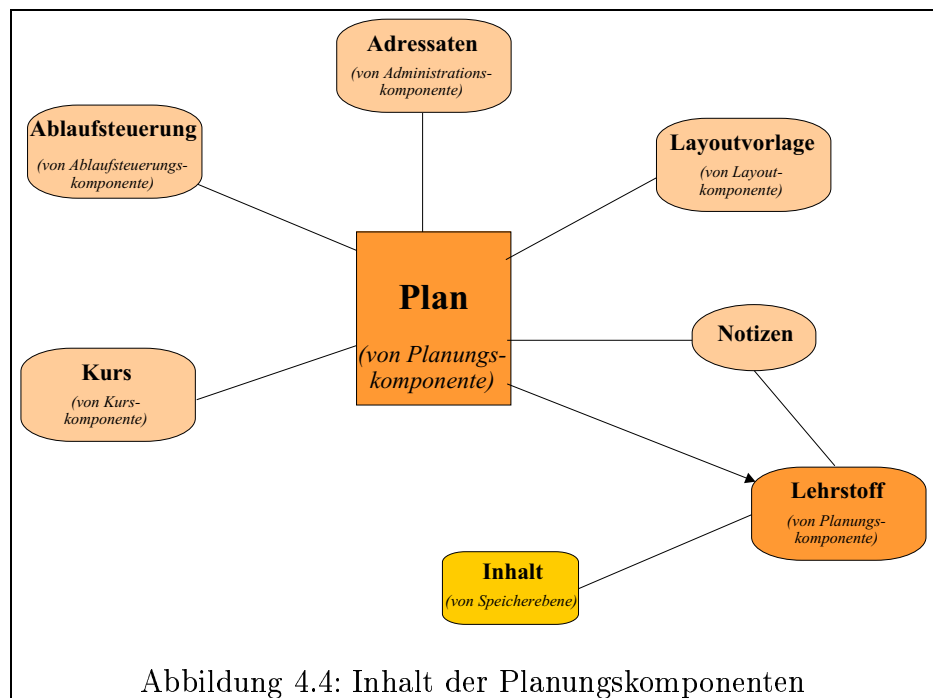
Ebenfalls zur Planung gehört die optionale Angabe von sogenannten *Vorlagen* aus der *Ablaufsteuerungskomponente*. Vorlagen ermöglichen die Angabe von Schemata für die Strukturierung und den Ablauf von Kursen und Unterrichtseinheiten. Auch können Vorlagen zur Steuerung der Kursplanung ausgewählt werden. Im letztgenannten Fall greifen Vorlagen direkt in den Prozeß der Gestaltung ein. Näheres wird darüber in Abschnitt 4.3.1.4 zur Angabe der Ablaufsteuerungskomponente gegeben.

Die Abbildung 4.4 gibt eine Übersicht über die Inhalte der Planungskomponenten. Wie zuvor erläutert, referenziert der Plan Vorlagen aus der Ablaufsteuerungskomponenten, Adressaten aus der Administrationskomponente, ein Schema aus der Layoutkomponente, den Lehrstoff, der die Repräsentanten enthält und die erstellten Kurse, welche ihrerseits die Unterrichtseinheiten beinhalten.

4.3.1.4 Ablaufsteuerungskomponente

Die Ablaufsteuerungskomponente bietet die Definition und Verwaltung von sogenannten Vorlagen bzw. Ablaufsteuerungsvorlagen an. Diese Vorlagen dienen dem System auf drei Arten:

1. Für den Gestaltungsprozeß und



2. zur Strukturierung der Kurse und Unterrichtseinheiten und zum
3. Management der wechselseitigen Beziehung zwischen Gestaltung auf der Verwaltungsebene und Nutzung auf der Ein-/Ausgabeebene.

Bei dem (1) Gestaltungsprozeß dient eine Ablaufsteuerungsvorlage zur Führung des Dozenten bei der Kurs- und/oder Unterrichtsgestaltung. Anhand dieser Führung werden dem Dozenten Vorgaben zur Gestaltung der Planung gegeben. Die zugrunde liegende Idee entstammt u.a. der Curriculumtheorie aus 2.2.6, bei der es bereits für die Planung des Unterrichts Vorgaben gab. So sollte ein Plan die Lernziele des Vorhabens und die Vorkenntnisse der Schüler dokumentieren bzw. begründen. Auch sollten die Grundziele der Strukturierung, die Durchführung des Unterrichts, die Evaluation etc. dokumentiert werden.

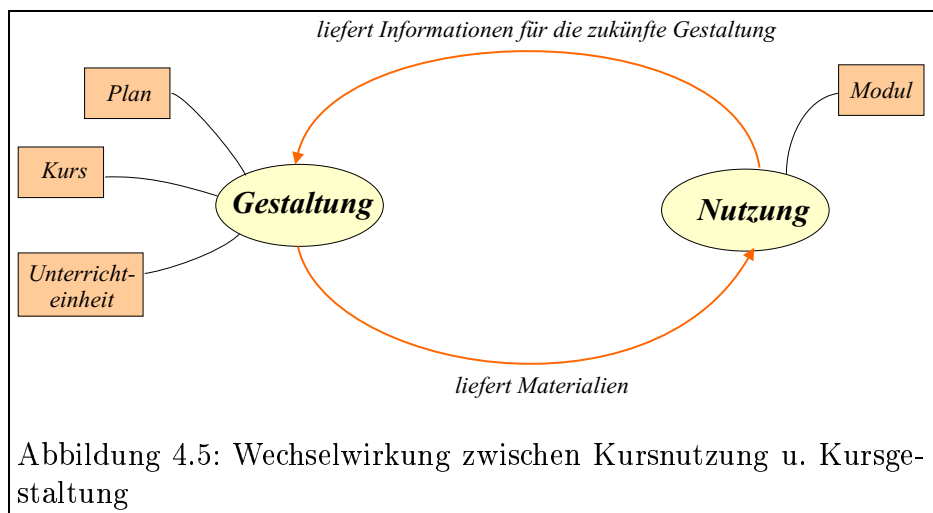
Hinter diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit daher eine Ablaufsteuerungskomponente vorgeschlagen, welche die Definition von Abarbeitungsschritten und letztendlich ihre Ausführung auf der Ebene der Gestaltung ermöglicht. Wählt der Dozent eine Vorlage aus dieser Komponente zur Aufnahme in seine Planungskomponente aus, so kann es zum Beispiel passieren, daß alle folgenden Gestaltungsschritte bzgl. der Planung direkt von dieser Vorlage vorgegeben werden. Zum Beispiel muß er direkt nach der Auswahl einer der Curriculumtheorie angelehnten Vorlage seine Lernziele in Form einer Notiz festhalten. Wählt er anschließend irgendwann den Menüpunkt zur Erstellung einer Unterrichtseinheit, so erfolgen durch diese Vorlage z.B. die Anforderungen, die Begründung für die Gliederung des Unterrichts, die Nennung der Voraussetzungen für Studenten usw.. Auf diese Weise lassen sich Vorgaben bei der Gestaltung von Kursen / Unterrichtseinheiten nutzen.

Eine vergleichbare Idee ist mit der Verwendung von Ablaufsteuerungsvorlagen in (2) Lernmaterialien verbunden. Wie aus den in Kapitel 2 aufgeführten Lerntheorien ersichtlich

ist, sollte Lehrmaterial aufgrund des z.B. assoziativen Lernens gewisse Merkmale aufweisen. Ein Merkmal besteht u.a. darin, es entsprechend zu strukturieren. Viele Pädagogen plädieren zum Beispiel für die Angabe eines Inhaltsverzeichnisses am Anfang und einer Zusammenfassung des Übermittelten am Ende einer Unterrichtseinheit. Dadurch, so die Begründung, können Schüler während des Unterrichts beispielsweise den Kontext des jeweils aktuell Übermittelten zum besseren Einprägen heranziehen.

Die Lernumgebung kann bzgl. (2) ebenfalls in gewisser Form eine Unterstützung bieten, indem sie auch inhaltliche Vorgaben für den zu vermittelnden Lehrstoff gibt. Eine solche Vorgabe kann beispielsweise darin bestehen, bei der Erstellung einer Unterrichtseinheit am Anfang eine Gliederungsbeschreibung und am Ende eine Zusammenfassung automatisch einzufügen, die der Dozent mit entsprechenden Inhalten füllen muß. Auch könnte sie z.B. darin bestehen, am Ende einer Unterrichtseinheit eine Evaluation in Form einer Übung oder eines Tests automatisch anzufügen.

Kapitel 2 hat insbesondere auch gezeigt, daß zwischen der Kursgestaltung durch den Dozenten und der Kursnutzung durch die Schüler eine Wechselbeziehung bestehen kann. So kann der Dozent durch eine Evaluierung im Unterricht feststellen, inwieweit seine Schüler den Lehrstoff verstanden haben. In Abhängigkeit davon kann er eventuell den Folgeunterricht oder die Folgeübung entsprechend anpassen. Diese Wechselwirkung zwischen Gestaltung und Nutzung ist im realen Unterricht weniger problematisch als in einer virtuellen Lernumgebung, da sich bei letzterer die Interaktionsmöglichkeiten schwieriger gestalten und vor allem zeitlich versetzt sein können. Mit der Einbeziehung der (3) Wechselbeziehung (Abbildung: 4.5) in die Ablaufsteuerungskomponente soll die Lernumgebung auch hierbei Unterstützung bieten können.



Für (3) kann eine Ablaufsteuerungsvorlage demzufolge Unterstützung liefern, wenn sie den Prozeß der Gestaltung mit dem der Nutzung (und umgekehrt) in Beziehung bringt. Dies kann zum Beispiel durch Auswertung der Übungen einer Unterrichtseinheit erfolgen. Fällt beispielsweise einem Großteil der Teilnehmer die als leicht angesehenen Übungen schwer, so kann ggf. der Dozent per e-Mail benachrichtigt werden. Um dies zu erreichen, wählt der Dozent bei der Gestaltung des Unterrichts eine Ablaufsteuerungsvorlage aus, die nach Abschluß einer Übung eine Messung des Erfolgs verlangt und bei Bedarf eine Nach-

richt an die angegebene e-Mail schickt. Auch ist die Auswertung der Abarbeitungsfolgen von ganzen Unterrichtseinheiten denkbar. Werden beispielsweise gewisse Unterrichtseinheiten von mehreren Teilnehmer verhältnismäßig oft wiederholt, so ist es möglich, daß der dort angegebene Lehrstoff in der Form oder vom Inhalt her nicht ausreicht. Eine Ablaufsteuerungsvorlage könnte die Anzahl der Wiederholungen auswerten und bei Bedarf eine e-Mail an den betroffenen Dozenten senden.

Eine für den Anfang etwas einfachere Vorlage für (3) kann darin bestehen, am Ende einer Unterrichtseinheit automatisch ein Formular zur Bewertung des Kurses anzuhängen, die dann ausgewertet an den Dozenten geschickt wird.

4.3.1.5 Layoutkomponente

In der Speicherebene befinden sich die konkreten Inhalte, die letztendlich den Lernern repräsentiert werden. Die Plan- als auch die Kurszusammenstellung enthalten keine konkreten Inhalte, die mit ihnen vermittelt werden sollen, sondern referenzieren diese lediglich und bringen sie in einen strukturellen Zusammenhang. Aus den Beschreibungen der Kurs- und der Planungskomponenten soll letztendlich ein sogenanntes *Modul* auf der Bereitstellungsebene entstehen. Der Vorgang der Erstellung, der in 4.5 erläutert wird, benötigt dafür u.a. die folgenden Angaben: die Strukturierung der Kurse und die Referenzen auf die darzustellenden Inhalte der Speicherebene. Damit steht bereits fest, welche Inhalte in welcher Reihenfolge angeordnet werden. Allerdings liegen die Inhalte in der Speicherebene unter Umständen in verschiedenen Datenformaten vor bzw. liegen nicht in dem Format vor, welches auf der Bereitstellungsebene verwendet werden soll. Die Inhalte müssen folgerichtig konvertiert werden. Bei dieser Konvertierung benötigt die Konvertierungsebene nebst der Angabe der Inhalte auch Informationen bzgl. des Layouts der konvertierten Inhalte. Diese Layoutinformationen geben u.a. an, wie die Inhalte aneinander gereiht werden sollen¹, welche Hintergrundfarbe oder welche Schriften für den gesamten Inhalt des Moduls (also für alle konvertierten Inhalte) verwendet werden sollen. Auch bestimmen Layoutvorlagen die Positionierung von Navigationshilfen, die Darstellung von Steuerungselementen (wie z.B. Buttons) usw..

Die Layoutkomponente verwaltet demzufolge Layoutvorlagen. Eine Layoutvorlage enthält Informationen zur layouttechnischen Gestaltung aller möglichen Arten von Inhalten der Speicherebene, so daß diese in alle möglichen Ausgabeformate der Bereitstellungsebene konvertiert werden können. Mehrere Layoutvorlagen unterscheiden sich folgerichtig in der Art der Gestaltung bzw. des gewählten Stils.

Lägen auf der Speicherebene nur XML-Dokumente vor, so ließen sich die Layoutvorlagen mit den sogenannten Stylesheets des XML-Standards vergleichen. Unterschiedliche Stylesheets sorgen bei der Ausgabe von XML-Dokumenten für unterschiedliche Formatierungen.

4.3.1.6 Administrationskomponente

Die Administrationskomponente verwaltet die Nutzer der Lernumgebung. Mit Nutzer sind hierbei alle beteiligten Personen und Institute gemeint, das heißt Autoren, Dozenten, Tutoren, sowie auch die beteiligten Lernenden. Es können Gruppen angelegt werden

¹dies ist rein auf das Layout bezogen

und Rechte sowohl für Gruppen, als auch für einzelne Nutzer vergeben werden. Denkbar wäre beispielsweise die Einrichtung einer Gruppe, die aus allen an der Universität eingeschriebenen Studenten des ersten Semesters der Fachrichtung "Germanistik" besteht. Diese Gruppe könnte beispielsweise schreibenden Zugriff auf bereitgestellte Lernmaterialien oder Übungen haben. Studenten, die sich rein virtuell und nicht real an der Universität angemeldet haben, jedoch denselben Studiengang im gleichen Semester absolvieren möchten, könnten zum Beispiel einen rein lesenden Zugriff auf das Lernmaterial oder die Rechte, einen Termin zur Absprache mit dem Tutor zu vereinbaren, gewährt bekommen.

Zur Verwaltung von Gruppen bzw. Personen bietet die Administrationskomponente zudem, weitere Informationen hinzuzufügen. Zu diesen Informationen gehören zum Beispiel die Angabe der jeweils abgearbeiteten Kurse, die erreichten Noten, sowie weitere, für die zukünftige Kursabarbeitung bzw. Gestaltung nützliche Informationen.

Die Administrationskomponente dient folgerichtig nur zu administrativen Zwecken, die direkt auf Nutzung bzw. Verwaltung des Lernmaterials bezogen sind. Sie dient nicht der systemweiten Administration, wie z.B. zur Pflege von Programmteilen.

4.3.2 Zusammenspiel der Komponenten

In den folgenden Ausführungen wird das Zusammenspiel der zuvor genannten Komponenten dokumentiert.

Auf der untersten Ebene des Gesamtsystems, der Speicherebene, bis hin zur Katalogkomponente der Verwaltungsebene arbeitet der Autor. Er ist dafür zuständig, das System mit den Dokumenten, die später zum Lernen benötigt werden, zu speisen. Ein gespeichertes Dokument wird hierbei *Informationseinheit* genannt. Damit eine Informationseinheit in möglichst mehreren Kursen/Unterrichtseinheiten verwendet werden kann, sollte sie minimal sein, d.h. die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Die Informationseinheit sollte einen kleinen, gut abgrenzbaren und weitestgehend in sich schlüssigen Teil einer Thematik beschreiben.
- Der Umfang sollte derart gering sein, daß er problemlos in der kleinsten Unterrichtseinheit der Kurskomponente verwendet werden kann.
- Eine Informationseinheit sollte nicht Bezug zu anderen Informationseinheiten nehmen (wie z.B. den Hinweis "siehe auch...")
- Sie sollte nicht für spezielle Personengruppen konzeptioniert, sondern allgemein ausgelegt sein.
- Jede Informationseinheit sollte nicht zu viele Layoutformatierungen enthalten. Vielmehr sollten nur so viel Formatierungseigenschaften einfließen, wie für eine pädagogisch und inhaltlich sinnvolle Darstellung notwendig ist.
- Sofern verfügbar, sollte bei der Gestaltung von Informationseinheiten maximaler Gebrauch von Vorlagen gemacht werden (sofern vorhanden).

Bei der Einspeisung speichert der Autor die Informationseinheit zunächst in der dafür vorgesehenen Datenquelle. Die nächste Aufgabe besteht in der Pflege des Kataloges: Nachdem Informationseinheiten eingespielt wurden, werden sie auf der Verwaltungsebene mittels der Katalogkomponenten charakterisiert. Bei dieser Charakterisierung wird die Informationseinheit mit Metainformationen versehen und/oder mit anderen Informationseinheiten oder verwandten Metainformationen verknüpft. Auf diese Weise können sie bei der späteren Recherche durch den Dozenten besser auffindig gemacht werden.

Beispiel 3 (Informationseinheit) *Eine typische Informationseinheit stellt zum Beispiel die Aussprache eines Vokals dar. Diese wird vom Autor z.B. als Wave-Datei in das System eingespielt und im Katalog entsprechend charakterisiert. In einem weiteren Dokument gibt der Autor dann textuelle Hinweise in Form eines Word-Dokuments, welches ebenfalls eingespielt und charakterisiert wird. Anschließend verknüpft der Autor die getätigten Beschreibungen in der Katalogkomponente, um so die Beziehung zwischen beiden Dokumenten herzustellen. Die Dokumente sind minimal und können dadurch leicht wiederverwendet werden (zumindest die Wave-Datei).*

Nachdem der Autor verschiedene Informationseinheiten in das System eingetragen und beschrieben hat, stehen sie zur Verwendung durch den Dozenten zur Verfügung. Für die nächsten Schritte ist es wichtig, daß die Lernumgebung dem Dozenten per se keine Vorgaben für den Prozeß der Kursgestaltung sowohl was den Ablauf, als auch den Inhalt angeht, macht. Dem Dozenten steht es somit frei, erst den Plan aufzustellen und dann den Kurs zu gestalten oder aber abwechselnd Unterrichtseinheiten und den Plan zu pflegen usw. Diese Eigenschaft der Lernumgebung basiert auf der Tatsache, daß Dozenten (wie auch Autoren oder Studenten) ihren Arbeitsprozeß unterschiedlich gestalten. Beispielsweise arbeiten einige nach dem top-down-Verfahren, d.h. stellen sich erst einen weitestgehend vollständigen Plan zusammen und kreieren dann erst sukzessive die einzelnen Unterrichtseinheiten und damit den Kurs. Andere wiederum arbeiten nach dem bottom-up-Verfahren. Die Verfahrensweisen richten sich zum einen nach den persönlichen Vorlieben und zum anderen nach den ausgewählten didaktischen Methoden. Möchte ein Dozent oder eine Gruppe von Dozenten hingegen Vorgaben bei der Gestaltung nutzen, so stehen ihm bzw. der Gruppe die Vorlagen aus der Ablaufsteuerungskomponente zur Verfügung.

Wählt der Dozent keine den Gestaltungsprozeß betreffende Vorlage aus der Ablaufsteuerungskomponente aus, so hat er maximale Freiheiten, was die Gestaltung des Plans angeht. D.h. er kann stets zwischen der Gestaltung der Unterrichtseinheiten und der Gestaltung des Plans wechseln. Hat sich der Dozent hingegen für eine Ablaufvorlage zur Steuerung der Plangestaltung entschieden, so erfolgt die Gestaltung gemäß der Vorlage.

Bei der Erstellung des Plans stellt der Dozent den Lehrinhalt zusammen, indem er die Inhalte, die er vermitteln möchte, über die Katalogkomponente aus der Speicherebene auswählt und die entsprechende Referenz über Repräsentanten im Lehrstoff des Plans vermerkt. Möchte er daraufhin eine Unterrichtseinheit erstellen, so wählt er die Inhalte für diese Unterrichtseinheit aus dem Lehrstoff und nicht aus der Speicherebene. Die Idee hierbei ist folgende: alle im Unterricht verwendeten Inhalte sollen aus dem Plan bzw. genauer, aus dem Lehrstoff des Plans hervorgehen. Aus diesem Grund muß vor der Unterrichtserstellung der Lehrstoff entsprechend angepaßt werden, d.h. eventuell mit zusätzlichen Repräsentanten gefüllt werden oder Repräsentanten um Referenzen auf Informationseinheiten erweitert werden.

Mit der Kurskomponente erstellt der Dozent, wie zuvor erwähnt die Unterrichtseinheiten und ordnet sie gemäß möglicher Abarbeitungsfolgen in einem Kurs an. Dabei können einige im übergeordneten Plan ausgewählte Eigenschaften, wie die Angabe bzgl. der Adressaten, der zu verwendenden Layoutvorlage für die einzelne Unterrichtseinheit angepaßt werden.

Am Ende der gesamten Bearbeitung liegen folgende Elemente in der Verwaltungsebene vor:

- Ein Plan, der Informationen über und Einstellungen für Kurse enthält
- Kurse, die sich aus mehreren Unterrichtseinheiten zusammensetzen, die ihrerseits wiederum Abfolgen von konkreten Informationseinheiten beschreiben

In Abbildung 4.6 sind beide Elemente skizziert. Hierbei enthält der Plan einzelne Angaben aus der Layout-, Ablaufsteuerungs-, Administrations- und Katalogkomponente. Diese Angaben dienen zur Gestaltung der Kurse bzw. Unterrichtseinheiten (dargestellt als UEs) der Kurse. Gemeinsam bilden die Informationen aus dem Plan und die Informationen aus den Kursen die *Beschreibung* zur letztendlichen Ausprägung der Kurse auf der Bereitstellungsebene.

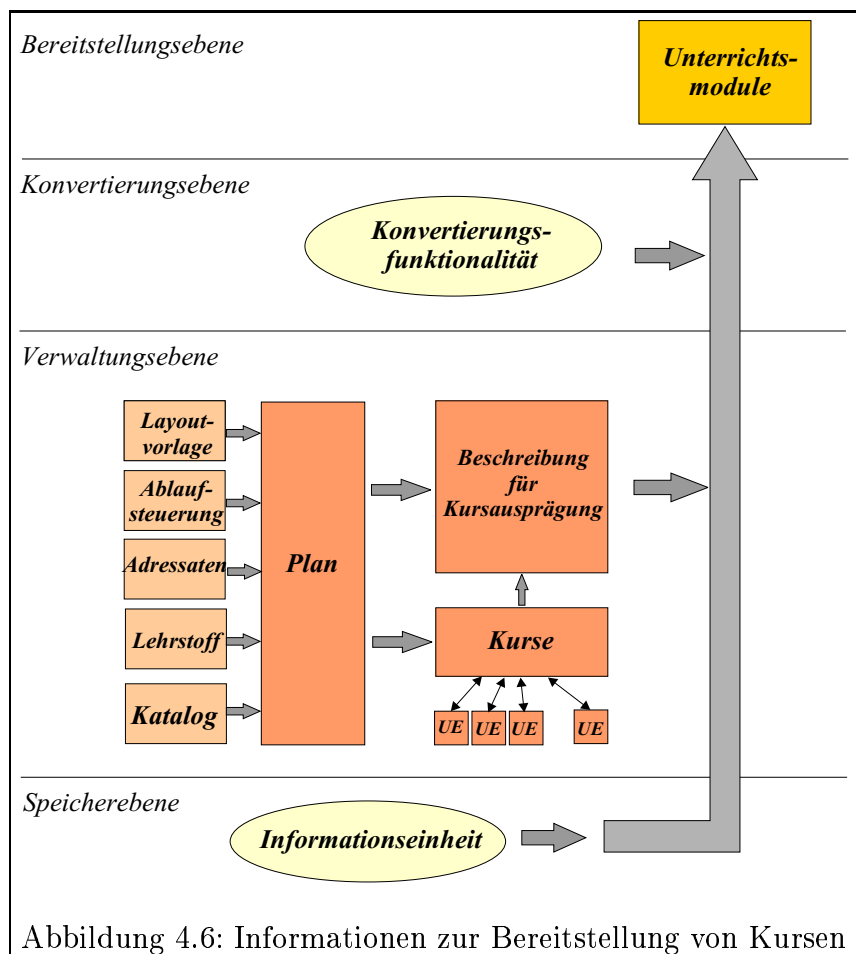


Abbildung 4.6: Informationen zur Bereitstellung von Kursen

Um aus der Beschreibung die zu nutzende Ausprägung (Module) der Kurse zu erhalten, bedarf es, wie in der Abbildung dargestellt, zusätzlich der Inhalte der Speicherebene und

der Funktionalität der Konvertierungsebene. Die in den Kursbeschreibungen referenzierten Informationseinheiten werden somit aus der Speicherebene ausgewählt und mittels der Konvertierungsebene in das Zielformat konvertiert. Das konvertierte Dokument wird dabei in einen strukturellen Gesamtzusammenhang gebracht, der aus den Beschreibungen gefolgert wird. Zur Konvertierung der Dokumente kommt ergänzend noch die Formatierung des Ergebnisses für das Ausgabemedium hinzu. Dafür dient die im Plan angegebene Layoutvorlage, welches eine Menge von zu verwendenden Ausgabeformatierungen (Hintergrundfarbe, Layout der Bedienungselemente etc.) für das jeweilige Medium festlegt.

Das Ergebnis der Konvertierung stellen dann die *Module* dar. Diese Module stehen im jeweiligen Ausgabeformat zur Verwendung auf der Bereitstellungsebene bereit. Sie sind in sich geschlossen, d.h. sie enthalten alle Informationseinheiten gemäß ihrer vom Dozenten gewählten Anordnung und sind für das gewählte Ausgabemedium formatiert. Auch enthalten sie alle sich aus der Beschreibung ergebenden Navigationspfade². Damit können sie von den im Plan genannten Adressaten über die Ein-/Ausgabe-Ebene genutzt werden.

4.3.3 Eigenschaften der erstellten Kurse

Die Kurse der Lernumgebung werden auf der Bereitstellungsebene in Form von Modulen bereitgestellt. Diese Module können ganzheitlich wiederverwendet werden. Ganzheitlich bedeutet, daß bei Anfertigung einer Kopie sowohl der Inhalt, dessen Struktur, als auch das konkrete Ausgabeformat mit übernommen werden.

Module können nachträglich im Ausgabeformat (zum Beispiel HTML) editiert werden, was jedoch keinen Einfluß auf die Verwaltungs- oder Speicherebene hat. Mit der skizzierten Architektur kann und sollte Wiederverwendung jedoch auf einer anderen Ebene, der Ebene der Verwaltung stattfinden. Wie Abbildung 4.7 zeigt und wie auch die Erläuterungen aus 4.3.2 hinweisen, wird auf der Verwaltungsebene ein Kurs beschrieben. Anhand dieser Beschreibungen wird dann der Kurs im jeweiligen Ausgabeformat erstellt. Wesentliche Eigenschaften dieser Beschreibungen sind:

1. Sie sind unabhängig vom Eingabe- und Ausgabeformat.
2. Sie enthalten zusätzliche Informationen (siehe Planungskomponente), die nicht unbedingt auch dem Modul der Bereitstellungsebene entnehmbar sind (siehe Notizen der Planungskomponenten).
3. Die Beschreibungen lassen sich unterteilen in: Planung, Inhalt, Gliederung, Didaktik und Layout.

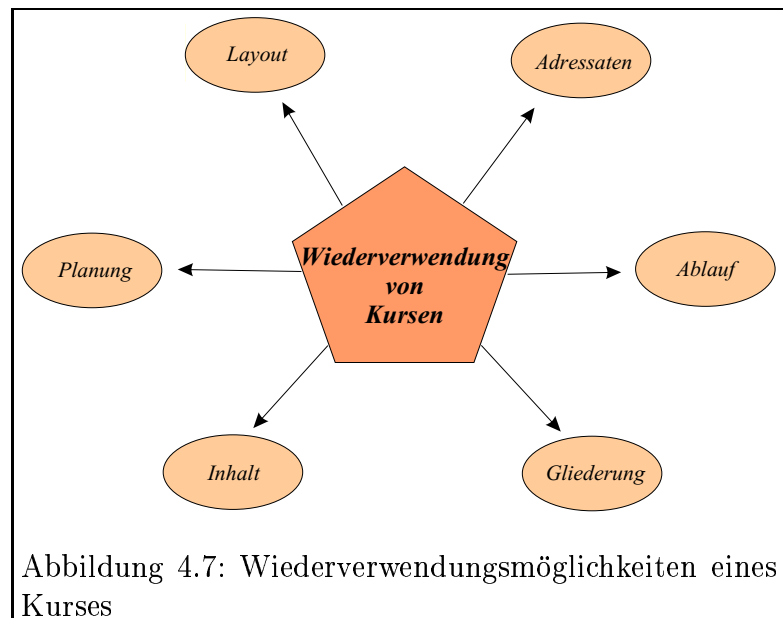
Wiederverwendung auf der Verwaltungsebene bedeutet somit folgendes: ein Dozent, der einen bereits vorhandenen Kurs lehren möchte, kann dessen Beschreibung vollständig kopieren. Seine Kopie enthält dabei alle Angaben (Plan und Kurse) des Originals. Ausgehend von dieser Kopie besteht für den Dozenten nun bedingt durch die genannten Eigenschaften 1-3 die Möglichkeit, Teilaspekte zu verändern. Bevor er dies tut, kann er sich anhand der Planung (Eigenschaft 2) darüber informieren:

- a) für wen die Kurse entwickelt worden sind (Adressaten)

²die Navigations- bzw. Lernpfade werden im Abschnitt 4.5.1 erläutert

- b) welche Inhalte vermittelt werden (Lehrstoff)
- c) ggf. in welcher Reihenfolge diese gegeben werden (Verknüpfungen der Repräsentanten im Lehrstoff)
- d) welche Ablaufsteuerungsvorgänge der Autor gewählt hat (Ablaufsteuerungsvorlagen)
- e) welche Layoutvorlagen benutzt werden

Natürlich kann er die Kurse bzw. Unterrichtseinheiten auch einzeln betrachten. Entscheidend ist, daß jeder der in a) bis e) genannten Aspekte durch die Eigenschaft 3) separat in der Kopie geändert werden kann, wodurch Wiederverwendung auf verschiedenen Ebenen stattfinden kann, wie in Abbildung 4.7 illustriert.



So kann in der Kopie beispielsweise die Layoutangabe verändert werden, falls dem neuen Dozenten die gewählte Hintergrundfarbe oder die Aufteilung des Bildschirms nicht gefällt. Auch kann eine neue Angabe bzgl. der Adressaten getätigt werden, soll der Kurs einer anderen Gruppe von Studenten, Schülern etc. bereitgestellt werden. Eine Änderung didaktischer Vorgehensweisen bei der Planung ist ebenfalls denkbar: so kann im Original eine Ablaufsteuerungsvorlage ausgewählt worden sein, die zu jeder Unterrichtseinheit am Ende eine Seite zur Bewertung derselben anhängt, um somit Feedback für den Dozenten zu ermöglichen. Durch Entfernung dieser Vorlage und anschließendem Anlegen der Unterrichtseinheiten für die Bereitstellungsebene wird diese Feedback-Funktionalität fehlen. Natürlich können in der Kopie auch die Reihenfolgen der Unterrichtseinheiten, deren Inhalt etc. geändert werden.

Wiederverwendung findet in dem angedachten Modell natürlich auch auf der Speicherebene statt: die dort im Originalformat gespeicherten Inhalte werden unter Umständen in unterschiedlichen Kursen verwendet.

4.4 Ausschnitt aus dem Datenmodell

In diesem Kapitel wird aufgrund des Umfangs lediglich ein Ausschnitt des Datenmodells der Verwaltungsebene beschrieben. Dieser Ausschnitt betrifft die Plan-, Kurs- und Katalogkomponente. Anhand deren Beschreibung soll ein Überblick über das Zusammenwirken auf Implementierungsebene gegeben werden.

Plan-, Kurs- und Katalogkomponente nutzen das Graph-orientierte Datenmodell von AMSys. Sowohl AMSys, als auch das zugrunde liegende Datenmodell werden in Abschnitt 4.4.1 erläutert. Das Datenmodell der drei Komponenten wird in den Abschnitten 4.4.3, 4.4.4 und 4.4.2 beschrieben.

4.4.1 AMSys und das zugrundeliegende Datenmodell

AMSys steht für *Application Management System* und bezeichnet ein Projekt der Professur Datenverwaltungssysteme der TU Chemnitz. Schwerpunkt dieses Projekts bildet die Entwicklung eines prototypischen Datenbanksystems, welchem ein semistrukturiertes Datenmodell zugrunde liegt.

Das Datenmodell basiert auf der Verwendung von Graphen. In einem AMSys-Graphen können Knoten angelegt werden, die über bidirektionale Kanten miteinander verbunden werden können. Zyklen sind in einem solchen Graphen erlaubt. Die Knoten besitzen in AMSys eine eindeutige Identität. Zusätzlich verwaltet AMSys zu jedem Knoten und zu jeder Kante sogenannte *Eigenschaftsvektoren*. Eigenschaftsvektoren haben eine festgelegte Dimension, die vor der Benutzung des Systems konfiguriert wird. In Eigenschaftsvektoren können nur Werte vom Typ INTEGER gespeichert werden.

Eigenschaftsvektoren dienen als Unterstützung bei der Navigation durch das Graphmodell. Über Eigenschaftsvektoren lassen sich zum Beispiel alle Nachfolger eines Knotens selektieren. Die Selektion kann auch über die Eigenschaftsvektoren der Kanten erfolgen. AMSys bietet hierfür entsprechende Schnittstellen an, die sowohl über C und Python, als auch über CORBA verfügbar sind.

Neben den Eigenschaftsvektoren können an Knoten auch sogenannte *Provider* angebunden werden. Provider ermöglichen den Zugriff auf externe Datenquellen, indem sie ihre Zugriffsfunktionen in Form von Methoden am Knoten bereitgestellt werden. Ähnlich wie im objektorientierten Modell können Methoden von Knoten aufgerufen werden. In AMSys gibt es unterschiedliche Typen von Providern, wobei ein Typ jeweils eine bestimmte Klasse von Datenquellen (z.B. ODBC-Quellen, Dateisysteme usw.) bezeichnet. Einen besonderen Provider stellt der *Native Provider* dar: er steht grundsätzlich an jedem Knoten zur Verfügung und ermöglicht eine einfache Speicherung von Werten der (AMSys-) Basistypen INTEGER, STRING und FLOAT. Die Speicherung erfolgt dabei über Tupel der Form (*Bezeichner*, *Wert*)

Das Datenmodell von AMSys wird in dieser Arbeit insbesondere zur Realisierung der Verwaltungsebene verwendet. Die Strukturen dieser Ebene, die in den nächsten Teilabschnitten vorgestellt werden, sind bewußt Graph-orientiert gehalten. Sie basieren auf verschiedenen Knoten, die je nach Bedarf miteinander verknüpft werden. Somit dient in dieser Architektur AMSys zum einen dazu, die Informationseinheiten in den heterogenen Datenquellen der Speicherebene zu beschreiben und über die Provider auf selbige zugreifen zu können. Zum anderen wird das Datenmodell dazu verwendet, die so beschriebenen

Informationseinheiten im Sinne der Verwaltungsebene zu Lernmaterial zu verknüpfen.

4.4.2 Datenmodell der Katalogkomponenten

Die Katalogkomponente dient zur Beschreibung der Informationseinheiten der Speicherebene. Die Beschreibung wird hierbei in zwei Arten unterschieden:

- Beschreibung der technischen Eigenschaften der Informationseinheit
- Beschreibung semantischer Merkmale

Die Beschreibung der technischen Eigenschaften dienen zur Lokalisation der Informationseinheit, zur Angabe des Datenformats und der Format-spezifischen Charakteristika sowie zur Angabe von Operationen der Konvertierungsebene. Letzteres ist notwendig, um im Fall einer benötigten Konvertierung die Operation innerhalb der Konvertierungsebene ausfindig machen zu können, die diese Informationseinheit in das jeweilige Zielformat konvertieren kann. Auch enthalten die technischen Eigenschaften Angaben über notwendige Parameter, die zur Bereitstellung benötigt werden. Solche Parameter dienen der Parametrisierung von Inhalten (z.B. die Angabe des Datums der Bereitstellung).

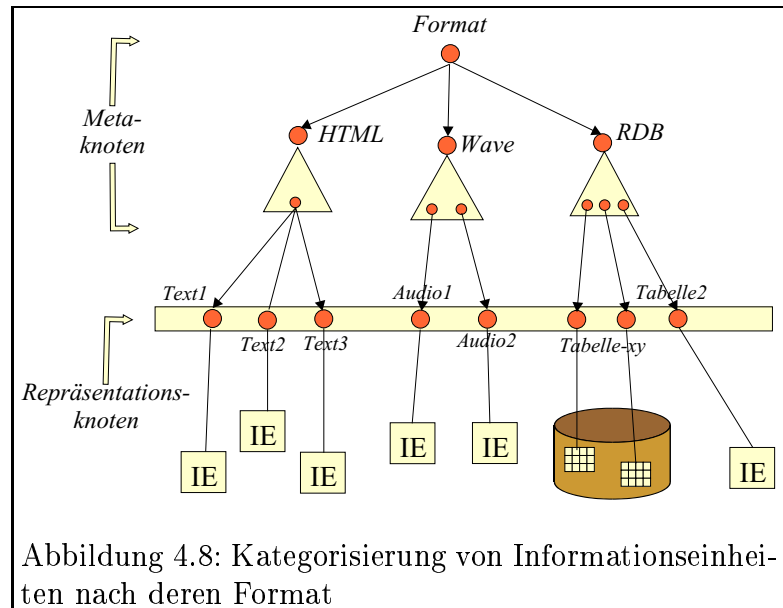
Für die Eigenschaften einer Informationseinheit innerhalb einer Datenquelle wird im Graphmodell daher ein sogenannter *Inhaltsrepräsentantenknoten* eingeführt, der stellvertretend für die Informationsquelle steht und die technischen Eigenschaften derselben speichert. Folgerichtig existiert für jede in der Speicherebene befindlichen Informationseinheit ein entsprechender Inhaltsrepräsentationsknoten (kurz: IRK) in der Verwaltungsebene. Auf diesen IRK setzen Knoten zur Formulierung eines semantischen Netzes auf. Mit jenen Knoten, den Metaknoten, werden Metainformationen verwaltet, die als Ergänzung zur eher technischen Beschreibung semantische Merkmale festhalten. *Metaknoten* ermöglichen dies, indem sie per Kanten mit IRK und auch mit Metaknoten selber verbunden werden können.

Mit dem semantischen Netz können Informationseinheiten in semantische Beziehungen gesetzt werden. Auch lassen sich dadurch zum Beispiel Kategorien einführen, zu denen IRK mittels Kantenverbindungen hinzugefügt werden können. Insgesamt werden für eine erste Ausbaustufe die folgenden Standardkategorien eingeführt:

Kategorie **Eingabeformat**: Es ist anzunehmen, daß in den ersten Ausbaustufen des Gesamtsystems die Verwendung von Informationseinheiten stark von deren Format abhängig ist, da die Konvertierungsstufe viel Mühen abverlangt und zu Beginn noch nicht so stark ausgeprägt sein wird. Aus diesem Grund ist es zumindest zu Beginn sinnvoll, Metaknoten zur Kategorisierung nach dem Datenformat einzuführen. Abbildung 4.8 gibt ein Beispiel hierfür.

Kategorie **Thema**: Die Kategorisierung nach Themen ermöglicht die Einordnung einer Informationseinheit in den jeweils thematischen Kontext. Dieser wurde in 4.9 noch ein wenig aufgegliedert in Fachgebiet und Schwerpunkt. Wie aus 4.9 ersichtlich, können einzelne Informationseinheiten zu mehreren Schwerpunkten zählen. Auch können ggf. Schwerpunkte unterschiedlichen Fachgebieten zugeordnet sein.

Kategorie **Typ**: Eine Kategorisierung nach dem Typ einer Informationseinheit ordnet dieser u.a. einen der Typen Erläuterung, Übung, Test, Praktikumsaufgabe etc. zu.



Kategorie **Autor**: Mit dieser Kategorisierung ist es möglich, Informationseinheiten nach deren Autor einzuordnen. Ggf. können Gruppen von Autoren (z.B. eines Fachbereichs oder Lehrstuhls) eingeführt werden.

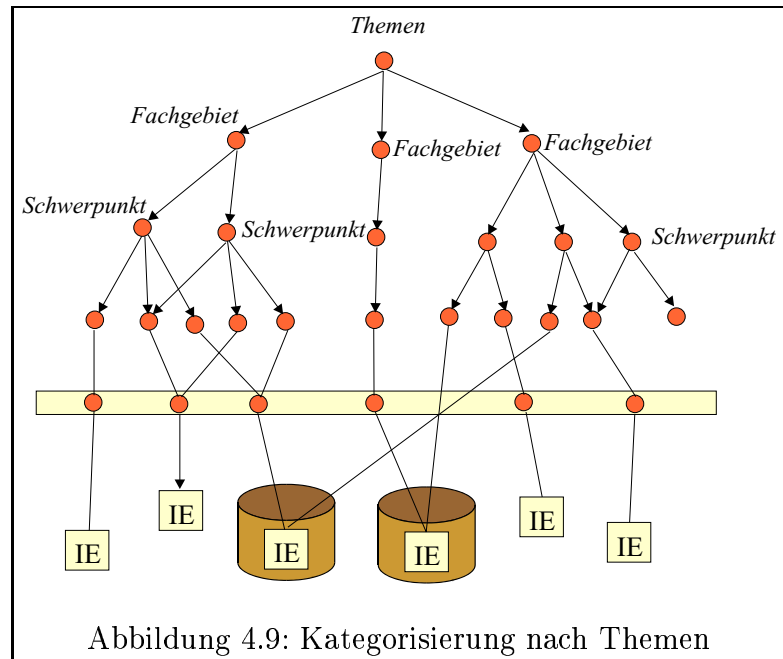
Neben den gewählten Standardkategorien ist auch vorgesehen, daß Inhaltsrepräsentationsknoten beliebig direkt oder indirekt über Metakonzpte miteinander verknüpft werden können. Diese Verknüpfungen können aus der Analyse der angelegten Kurse oder aus Erfahrungen bei der Recherche nach Informationseinheiten resultieren. Mögliche, sich daraus ergebene Beziehungen sind beispielsweise:

- "wird häufig zusammen verwendet mit"
- "thematisch verwandt mit"
- "ergänzende Erläuterung"
- "Beispiel" oder "Gegenbeispiel"
- "referenzierte Quellen"

Es ist zu beachten, daß bei der Wartung der Katalogebene ein hochkomplexes semantisches Netz entstehen kann. Daher ist es ratsam, dessen Pflege durch eine speziell dafür vorgehende Person, einer Art *Bibliothekar*, durchführen zu lassen.

4.4.3 Datenmodell der Planungskomponenten

Wie im Abschnitt 4.3.1.3 erwähnt, referenziert ein Plan mehrere Informationen, wie zum Beispiel die Adressaten, Layoutvorlagen etc. Im Datenmodell der Planungskomponente wird dies durch spezielle Knoten (Metaknoten) realisiert, die für die einzelnen referenzierten Konstrukte der anderen Komponenten (Layoutkomponente, Administrationskomponente usw.) stehen und mit diesen per Kante verbunden sind. Beispielsweise gibt es



einen Metaknoten **adressaten**, der per Kanten mit allen Personen bzw. Gruppen der Administrationsebene verbunden ist. Ähnlich verweist der Metaknoten **layout** auf einen entsprechenden Knoten in der Layoutkomponenten. Gleiches gilt für die Beziehungen zu Ablaufsteuerungsvorlagen, Kursen und Notizen. Die Beziehungen sind in der Abbildung 58 dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, daß die dargestellten Klassen Knoten im Datenmodell von AMSys darstellen.

Interessanter gestaltet sich der im Diagramm ersichtliche Lehrstoff. In diesem werden, wie bereits im Abschnitt 4.3.1.3 erläutert, Referenzen zu den zu verwendenden Informationseinheiten über Repräsentanten gespeichert. Die Repräsentanten werden im Datenmodell ebenfalls über Knoten realisiert, die Kanten zu anderen Repräsentanten beinhalten können. Zur Speicherung von Notizen werden die *Native Provider* der Knoten benutzt.

Repräsentanten können auch Verbindungen zu anderen Repräsentanten enthalten und auf diese Weise eine Abarbeitungsfolge darstellen (vgl. 4.3.1.3). Auch ist es möglich, Verzweigungen darzustellen, in dem von einem Repräsentant mehrere Verbindungen ausgehen. Im Datenmodell werden diese Verbindungen durch Vernetzungen der Knoten in der gleichen Weise realisiert. Zyklen sind in derartigen Vernetzungen erlaubt. Durch diese Verbindungsmöglichkeiten können in einem Plan Sequenzen, Verzweigungen/Alternativen und Wiederholungen modelliert werden. Dadurch steht dem Dozenten ein Instrument zur Verfügung, mit dem er sich den groben Ablauf eines Kurses planen und dabei die Ressourcen zusammenstellen kann. In Abbildung 5.1 auf Seite 89 ist ein Beispiel eines Plans ersichtlich.

Im Unterschied zu den im Abschnitt 4.4.4 eingeführten Elementen zur Realisierung von Unterrichtseinheiten bzw. Kursen besteht die Planung aus einfachen Vernetzungen von Elementen (Repräsentanten). Diese Vereinfachung wurde gewählt, da die Planung lediglich für eine grobe Skizzierung gedacht ist. Eine genaue Beschreibung des Ablaufs, d.h. der Reihenfolge der anzuzeigenden / nutzenden Informationseinheiten erfolgt bei

der Gestaltung von Kursen bzw. Unterrichtseinheiten. Auch spielen Lernpfade auf der Ebene der Planung keine direkte Rolle. Wichtig hinsichtlich des Inhalts eines Plans ist die Auswahl sämtlicher, für die Kurse benötigten Informationseinheiten sowie die Definition des sog. Typcodebaums und die der sog. Typidentifikatoren, die später eingeführt werden.

Die Skizzierung des Ablaufs dient dem Planungsvorhaben des Dozenten und ist für das System nicht relevant. Auch kann sie für andere Dozenten, die sich für eine Wiederverwendung der Kurse interessieren, wichtig sein, da sie anhand des Ablaufs und der Notizen ergänzende Informationen erhalten. Desweiteren kann der Dozent mit dem Plan Informationsmaterial sammeln, das er selbst zum Auffrischen oder Erlernen der Thematik benötigt, jedoch nicht im Kurs verwendet.

In den folgenden Teilabschnitten werden Typcodebaum und Typidentifikatoren eingeführt. Diese werden im Modell des Plans verwaltet, ihre konkrete Anwendung geht allerdings erst aus der Definition von Unterrichtseinheiten und der Erstellung von Lernpfaden hervor.

4.4.3.1 Typidentifikatoren

Jeder Unterrichtseinheit eines Kurses muß ein Typidentifikator zugewiesen werden, anhand dessen der Typ einer Unterrichtseinheit festgestellt werden kann. Mögliche Typen sind **Übung**, **Test**, **Vorlesung**. Alle möglichen Typen werden im Plan angegeben. Dazu wird ein ausgeprägtes Element, die Typwurzel, eingeführt. Von dieser Typwurzel führen Verbindungen zu allen Typidentifikatoren, welche, wie die Typwurzel, durch AMSys-Knoten repräsentiert werden. Der Name der Knoten entspricht dabei dem Namen des Typidentifikators.

4.4.3.2 Typcodebaum

Typcodes dienen letztendlich der Erstellung unterschiedlicher Lernpfade aus einer Kursbeschreibung³. Dazu werden Verbindungen sogenannte Typcodes zugeordnet. Typcodes werden, wie Typidentifikatoren, in der Planungskomponente für alle Kurse eines Plans verwaltet. Im Unterschied zu Typidentifikatoren können sie jedoch nicht allein über AMSys-Knoten repräsentiert werden, da sie zur Benennung von Kanten dienen und somit Werte für Eigenschaftsvektoren darstellen müssen. Aus diesem Grund wird in zwei Schritten verfahren: zum einen wird über das Graphmodell die Typcodehierarchie definiert. Zum anderen werden danach eindeutige Werte für jeden der eingeführten Typcodes vergeben und in den Eigenschaftsvektoren der korrespondierenden Knoten gespeichert.

Der Typcodebaum ermöglicht die Definition von Typcodehierarchien, um, ähnlich wie in objektorientierten Systemen, das Prinzip der Verallgemeinerung bzw. Spezialisierung von Typen nutzen zu können. Diese Funktionalität erweist sich als nützlich, wie anhand der Abbildung 4.14 auf Seite 81 zu erkennen ist: dort sind die Typcodes T_{all} , $T_{Anfänger}$, $T_{Fortgeschrittener}$ und $T_{Experte}$ eingezeichnet. Diese wurden für die Adressaten mit Status Anfänger, Fortgeschrittener, Experte vorgesehen. Dabei sollten Anfänger andere Lerninhalte vermittelt bekommen als Fortgeschrittene und Experten. Experten wiederum sollten alle Inhalte der Fortgeschrittenen und einige der eigens für sie erstellten Inhalte nutzen können. Dies genau besagt die dargestellte Hierarchie.

³Lernpfade und Kursbeschreibungen werden später eingeführt

Die Hierarchie wird als entsprechender AMSys-Baum dargestellt, der stets das Wurzelement T_{all} beinhaltet. Für jeden weiteren Typcode, den der Dozent erstellt, muß er das entsprechende Element im Typcodebaum einordnen und einen Bezeichner zuweisen. Das System weist dem neuen Typcode damit auch intern einen eindeutigen Wert zu.

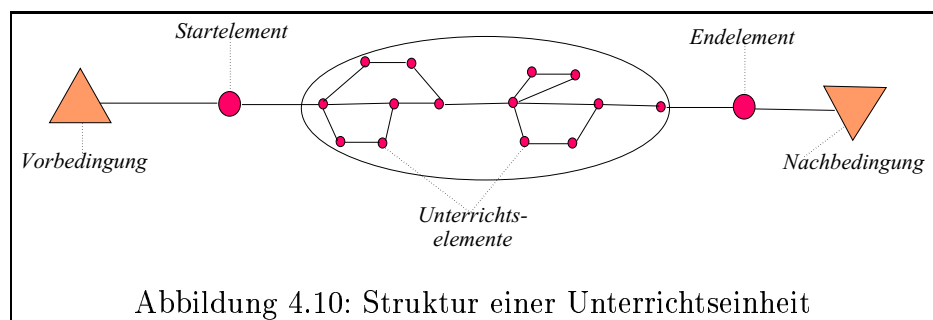
4.4.4 Datenmodell der Kurskomponenten

Die Kurskomponente dient der Spezifizierung von Kursen und Unterrichtseinheiten. Bei dieser Spezifizierung wird festgelegt, aus welchen Unterrichtseinheiten ein Kurs besteht und wie diese Unterrichtseinheiten im Kurs angeordnet sind. In Unterrichtseinheiten wiederum werden Informationseinheiten der Speicherebene zusammengefaßt. Bei dieser Zusammenfassung werden konfigurierbare Reihenfolgen für die Darstellung bzw. Nutzung von Informationseinheiten festgelegt.

Die Spezifizierung von Kursen und Unterrichtseinheiten und speziell die Konfigurierbarkeit möglicher Anordnungen bilden den Schwerpunkt dieser Arbeit, weshalb die dafür benötigten Datenmodelle in den nachfolgenden Beschreibungen ausführlicher erläutert werden. Dabei wird erst auf die Modellierung der Unterrichtseinheiten und anschließend auf die der Kurse eingegangen.

4.4.4.1 Modellierung der Unterrichtseinheiten

Eine Unterrichtseinheit besteht aus mehreren, sogenannten *Unterrichtselementen* und aus *typisierten Verbindungen*, welche Unterrichtselemente miteinander verbinden. Die Unterrichtseinheit besitzt jeweils ein ausgezeichnetes *Startelement* und *Endelement*. Dem Startelement kann optional eine Vorbedingung vorangestellt werden, dem Endelement eine entsprechende Endbedingung. Vorbedingungen dienen zur Überprüfung, ob gewisse Bedingungen zur Durchführung der Unterrichtseinheit gegeben sind. Endbedingungen erfüllen gewisse Bedingungen, nachdem das Ende der Unterrichtseinheit erreicht ist. Der Name des Startelements entspricht dabei dem Namen der gesamten Unterrichtseinheit. Die Abbildung 4.10 skizziert die sich ergebene Architektur. In der Abbildung ist nicht der Typidentifikator eingezeichnet, der für jede Unterrichtseinheit angegeben werden muß. Er dient dazu, den Typ der Unterrichtseinheit anzugeben. Dieser muß zuvor vom Dozenten im Plan registriert sein (siehe auch vorheriger Abschnitt). Mögliche Typen können Übung, Test etc. sein.



Der Inhalt zwischen Start- und Endelement besteht aus Unterrichtselementen, die mittels typisierten Verbindungen Pfade zum Endelement bilden. Unterrichtselemente können

zur Strukturierung von Pfaden dienen oder verweisen auf darzustellende Informationseinheiten. Für die Strukturierung von Pfaden stehen vordefinierte Unterrichtselemente zur Verfügung, die die Angabe von Verzweigungen und Wiederholungen erlauben. Für Unterrichtselemente, die zur Angabe darzustellender Informationseinheiten dienen, gelten folgende Eigenschaften:

1. Das Unterrichtselement hat einen Bezeichner.
2. Es verweist auf genau ein Folgeelement. Dies kann sein:
 - das Endelement
 - ein Unterrichtselement zur Angabe
 - einer Informationseinheit
 - einer *öffnenden Verzweigung* oder *schließenden Verzweigung*
 - eines *Prüfelements*
 - eines *Wiederholungselements*
3. Es referenziert genau einen Inhaltsrepräsentantenknoten des im zugehörigen Plan befindlichen Lehrstoffs. Damit wählt es indirekt genau eine Informationseinheit der Speicherebene aus (siehe 4.3.1.3).
4. Es referenziert maximal einen *Parameterknoten*.
5. Der Typcode der eingehenden Verbindung muß gleich dem Typcode der ausgehenden Verbindung sein.

Der Punkt 3) stellt im aktuellen Konzept eine Einschränkung dar: es ist vorgesehen, pro Unterrichtselement eine Ausgabeseite auf der Bereitstellungsebene zu generieren. Mit 3) bedeutet dies, daß auf einer Ausgabeseite höchstens eine Informationseinheit erscheinen kann, d.h. mehrere Informationseinheiten nicht miteinander kombiniert werden können. Diese Einschränkung kann entsprechend unschöne Ergebnisse auf der Bereitstellungsebene bedeuten, wie z.B. die Trennung von mehreren, eigentlich zusammenhängenden Informationseinheiten. So müßten beispielsweise ein Satz, der auf die Aussprache eines Vokals hinweist und die zugehörige Audio-Datei, die dazu ein Beispiel liefert, auf getrennten Ausgabeseiten erscheinen. Diese Einschränkung wurde hierbei dennoch in Kauf genommen, da sich hinter der Kombination von Informationseinheiten komplexe Anforderungen an die Layoutgestaltung ergeben, die wiederum den Rahmen dieser Arbeit übersteigen. Zudem gibt es Content Management Systeme, die derartige Aufgaben bereits lösen.

Es ist möglich, daß Informationseinheiten der Speicherebene bei der Konvertierung zur Repräsentation auf der Bereitstellungsebene zusätzliche Informationen benötigen. Dies trifft zum Beispiel für die Bewertung eines Kurses oder Unterrichts zu. In der Speicherebene befindet sich eine Informationseinheit, die das dafür vorgefertigte Formular enthält. Für die letztendliche Nutzung des Formulars wird die e-Mailadresse des Empfängers benötigt, der das ausgefüllte Formular zugesendet bekommt. Damit dieses Formular möglichst oft wiederverwendet werden kann, sollte die Informationseinheit keine fest eingetragene e-Mailadresse enthalten. Statt dessen erwartet die Konvertierungsebene beim Bereitstellen des Formulars die Angabe des Empfängers in Form eines Parameters. Hierfür dienen die

in 4) genannten Parameterknoten, die in ihrem *Native Provider* die Parameter für die referenzierte Informationseinheit enthalten. Welche Parameter eine Informationseinheit zur Bereitstellung benötigt, ist den technischen Beschreibungen von Informationseinheiten zu entnehmen (siehe 4.4.2).

Verweise auf Nachfolger (Eigenschaft 2) werden durch sogenannte *typisierte Verbindungen* realisiert. Typisierte Verbindungen sind unidirektional. Sie tragen sogenannte *Typcodes*, die im Typcodebaum (siehe 4.4.3.2) vorher definiert worden sind. Zudem enthalten sie eine *Priorität*. Die Priorität ist eine Zahl zwischen 1 und 100, wobei 1 die höchste, 2 die nächst niedrigere usw. Priorität markiert.

Die typisierten Verbindungen dienen später bei der Bereitstellung der Kurse zur Auswahl von sogenannten *Lernpfaden*. Diese Auswahl erfolgt mit Berücksichtigung der Zielgruppe eines Kurses, d.h. der Adressaten. Damit können Kurse bereitgestellt werden, die für unterschiedliche Adressaten speziell abgestimmte Lernpfade beinhalten. Wie diese Lernpfade von den typisierten Verbindungen abhängen, ist im Abschnitt 4.5.1 beschrieben. Wichtig für die Aneinanderreihung von Unterrichtselementen ist, daß Typcode und Priorität stets angegeben werden müssen und daß der Typcode zuvor im Typcodebaum registriert sein muß.

Ausgehend von dem Begriff der typisierten Verbindung kann eine weitere Eigenschaft von Unterrichtselementen genannt werden: Die Eigenschaft 5) besagt nichts weiteres, als daß ein Adressat, der über einen Pfad p auf ein Unterrichtselement E stößt, nach dessen Abarbeitung weiter entlang von P navigieren kann.

Nun ist ein Unterricht in der realen Welt selten von vorneherein durchgängig vorhersehbar. Das gleiche gilt erst recht für Unterrichtseinheiten in der virtuellen Lernumgebung. Es können beispielsweise Lerner mit gänzlich unterschiedlichen Vorkenntnissen und Fähigkeiten eine Unterrichtseinheit beginnen. Dabei würden die sehr leichten Aufgaben den Experten langweilen, die sehr schweren Aufgaben den Anfänger demotivieren. Wünschenswert ist daher, das Angebot an Aufgaben auf die Adressaten abzustimmen. Dies ließe sich vor der Nutzung eines Kurses über eine entsprechende Auswahl realisieren.

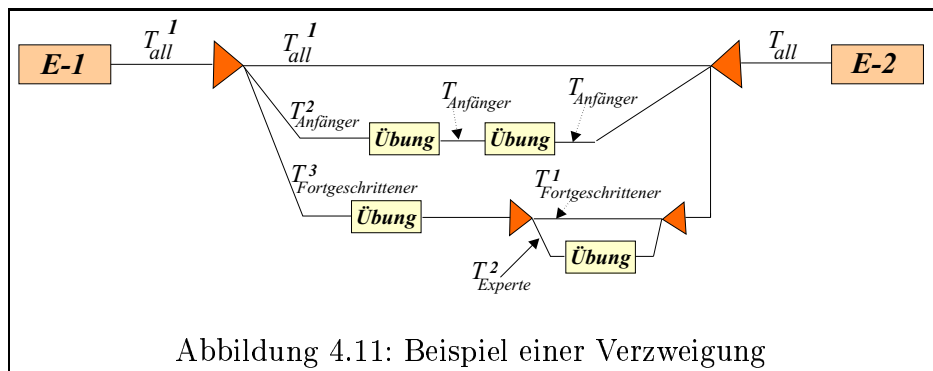
Auch während des Lernens können Situationen auftreten, die den weiteren Verlauf der Kursnutzung bestimmen. In diesem Fall kann eine Auswahl der Pfade nicht vor der Nutzung des Kurses stattfinden, sondern sie muß währenddessen getätigt werden. Beispiel einer solchen Situation ist die Durchführung eines Tests: hat ein Lerner diesen nicht bestanden, so kann dies z.B. zur Wiederholung des zuvor Gelernten führen. Andernfalls kann der Lerner z.B. mit dem Folgeunterricht fortfahren.

Zur Realisierung dieser verschiedenen Auswahlmöglichkeiten werden vordefinierten Unterrichtselemente eingeführt, welche die Angaben von Alternativen und Wiederholungen ermöglichen. Durch die Angabe von Alternativen können mehrere, *mögliche* Pfade in einer Unterrichtseinheit definiert werden. Die Auswahl des letztendlich zu nutzenden Pfads findet auf zwei Ebenen statt: einerseits beim Prozeß der Bereitstellung. Hierbei erfolgt eine Auswahl unter Verwendung von sogenannten *Verzweigungen* und der Hinzunahme der typisierten Verbindungen. Andererseits kann die Auswahl während der Nutzung durch sog. *Prüfelemente* erfolgen, die zur Laufzeit geprüft werden und damit die Auswahl bestimmen. Die Angaben von Wiederholungen beziehen sich grundsätzlich nur auf die Nutzung zur Laufzeit. Die entsprechenden vordefinierten Unterrichtselemente werden im Folgenden eingeführt.

Verzweigungselemente dienen, wie zuvor erwähnt, der Realisierung von Alternativen.

Eine Verzweigung wird durch eine *öffnende Verzweigung* begonnen und mit einer *schließenden Verzweigung* beendet. Zu jeder öffnenden Verzweigung gehört genau eine schließende Verzweigung. Mit dem Beginn einer Verzweigung wird eine neue *Verzweigungstiefe* erreicht. Im Unterschied zu den nutzerdefinierten Unterrichtselementen kennzeichnet sich das Verzweigungselement durch folgende Eigenschaften aus: Eine öffnende Verzweigung kann mehrere Ausgangsverbindungen, eine schließende Verzweigung mehrere Eingangsverbindungen haben. Weiterhin gilt, daß der Typcode T der eingehenden Verbindung des öffnenden Verzweigungselements dem Typcode der ausgehenden Verbindung des schließenden Verzweigungselements entsprechen muß. Zudem muß ein Pfad von dem öffnenden zum schließenden Verzweigungselement durchgängig T entsprechen. Weiterhin gilt, daß typisierte Verbindungen niemals einen Wechsel der Verzweigungstiefe zulassen dürfen. D.h., daß sich miteinander verknüpfte Elemente stets auf derselben Verzweigungstiefe befinden müssen.

In Abbildung 4.11 ist ein Beispiel gegeben. Die dort gezeichneten Dreiecke markieren den Beginn bzw. das Ende einer Verzweigung. In dem Beispiel werden zwei Themen mittels E_1 und E_2 vermittelt. Beim Übergang von E_1 nach E_2 können Übungen durchgeführt werden. Aus diesem Grund führen drei typisierte Verbindungen vom öffnenden Verzweigungselement zum schließenden Verzweigungselement (über T_{all}) bzw. zu den Übungen über $T_{Anfänger}$ bzw. $T_{Fortgeschrittener}$. Der durch $T_{Anfänger}$ gekennzeichnete Pfad ist für den Anfängertyp gedacht. Diese Übungen haben gemein, daß sie verhältnismäßig einfach sind. Fortgeschrittene Studenten hingegen wählen den Pfad $T_{Fortgeschrittener}$ beziehungsweise innerhalb von $T_{Fortgeschrittener}$ zusätzlich noch $T_{Experte}$, sollte es sich bei den Studenten um Experten handeln.

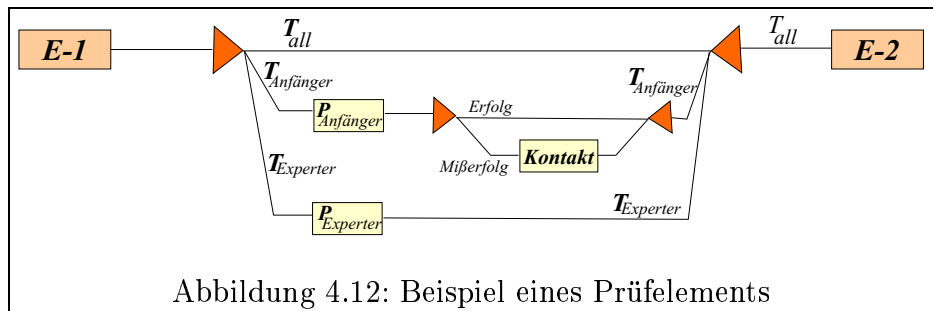


Das Zusammenspiel zwischen Verzweigungen und typisierten Verbindungen geht aus diesem Beispiel hervor: es bietet eine an die Adressaten orientierte Nutzung von Unterrichtselementen. Je nach Adressat können aus einer solchen Beschreibung unterschiedliche Navigationspfade erzeugt werden. Detailliertere Beschreibungen erfolgen im Abschnitt 4.5.2.

Die Wahl eines Lernpfads richtet sich nicht nur nach den Adressaten, sondern kann sich während der Laufzeit auch nach Ergebnissen der Abarbeitung eines Lernpfads richten. Zur Realisierung einer bedingungsabhängigen Ausführung werden *Prüfelemente* eingeführt. In diesem ersten Konzept wird lediglich ein einfaches Prüfelement eingeführt: es prüft, ob eine Variable den Wert wahr hat. In Abhängigkeit davon wird eine der zwei ausgehenden Verbindungen verfolgt. Das Prüfelement läßt nur eine eingehende Verbindung zu und

benötigt die Angabe der zu überprüfenden Variablen in Form eines Parameters. Informationseinheiten, die zum Test dienen und vor dem Prüfelement abgearbeitet werden, müssen diese Variablen im Web-Server-System zur Laufzeit setzen, die dem Prüfelement entsprechende Seite muß jene adäquat abfragen (beides beispielsweise realisierbar per Java-Servlets). Ähnlich wie Verzweigungen wird das Prüfelement mit einem Anfang und einem Ende markiert. Darin können wiederum verschiedene Unterrichtselemente eingeschlossen werden.

In Abbildung 4.12 ist ein Beispiel für den Einsatz eines Prüfelements gegeben. Die Dreiecke markieren dabei den Beginn bzw. das Ende einer Bedingung. Die diesem Beispiel zugrunde liegende Idee: nach Abarbeitung des Themas E_1 verfolgen Adressaten mit Status Anfänger den Pfad mit Typcode $T_{Anfänger}$ und müssen die Prüfung $P_{Anfänger}$ absolvieren. Schließen sie die Prüfung mit Mißerfolg ab, so gelangen sie zur Unterrichtseinheit *Kontakt*. Diese Unterrichtseinheit referenziert eine Informationseinheit, die über ein Formular eine Terminvereinbarung mit dem Tutor abverlangt.

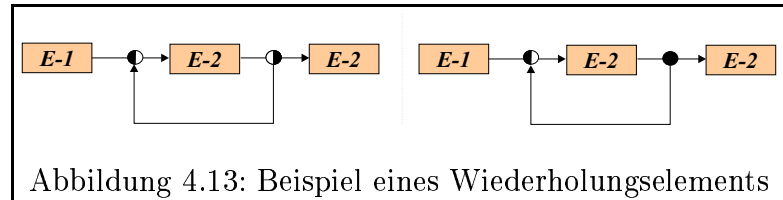


In einigen Fällen kann es nützlich sein, gewisse Sequenzen eines Lernpfads zu wiederholen. So könnte im Fall eines Mißerfolgs einer Prüfung das betroffene Thema wiederholt werden. Daher wird ein sogenanntes *Wiederholungselement* mit folgenden Eigenschaften eingeführt:

- Ein Wiederholungselement wird mit einem Start- und einem Endelement markiert.
- Die eingehenden Verbindungen des Startelements müssen denselben Typcode aufweisen wie die ausgehenden des Endelements
- Ein Startelement kann mehrere eingehende Verbindungen, ein Endelement jedoch genau 2 (eine zum Folgeelement, eine zum Startelement) enthalten
- Es gibt zwei Typen von Endelementen:
 - Ein Typ bietet die Wiederholung als Option an, d.h. stellt das Fortfahren und die Wiederholung zur Auswahl : optionale Wiederholung
 - Ein Typ führt die Wiederholung in Abhängigkeit der Auswertung einer Bedingung aus: bedingte Wiederholung

Bei der bedingten Wiederholung wird einfach überprüft, ob eine boolesche Variable dem Wert wahr entspricht (vgl. mit Prüfelement). Ist dies der Fall, so wird wiederholt, andernfalls fortgesetzt. In Abbildung 4.13 sind optionale und bedingte Wiederholungen

durch Kreise dargestellt. Dabei ist der Endknoten der bedingten Wiederholung vollständig schwarz ausgefüllt.



Mit den vorgestellten Elementen können Informationseinheiten in definierter Reihenfolge angeordnet werden. Dabei werden die Sequenz, Verzweigungen, bedingte Verzweigungen, optionale und bedingte Wiederholungen unterstützt. Darüber hinaus können Pfade mit Typcodes versehen werden, welche, wie im Abschnitt 4.5.2 noch gezeigt wird, bei der Erstellung von Lernpfaden eine Anpassung an die jeweiligen Adressaten ermöglichen. Im Kapitel 5 wird in Abbildung 5.2 auf Seite 90 ein umfassenderes Beispiel einer Unterrichtseinheit gegeben.

4.4.4.2 Folgen von Unterrichtseinheiten

Wie im vorherigen Abschnitt erläutert, bestehen Unterrichtseinheiten aus Folgen von Unterrichtselementen. Ein Kurs wiederum besteht aus einer Folge von Unterrichtseinheiten. Auch diese Folge kann aus Sequenzen, Verzweigungen, bedingten Verzweigungen oder Wiederholungen bestehen. Dieser Abschnitt fällt entsprechend kurz aus, weil im Wesentlichen die im zuvor genannten vordefinierten Unterrichtselemente zur Realisierung verschiedener Anordnungen verwendet werden.

Anders als Unterrichtseinheiten hat der Kurs keine Vor- bzw. Nachbedingungen. Diese werden implizit durch die Angabe der für den Kurs vorgesehenen Adressaten gegeben. Der Kurs hat jedoch eine ausgezeichnete Start- und Ende-Unterrichtseinheit. Jeder mögliche Weg von der Startunterrichtseinheit muß zur Ende-Unterrichtseinheit führen können. Die dazwischen liegenden Unterrichtseinheiten werden ebenfalls mittels typisierter Verbindungen in eine wohldefinierte Reihenfolge gebracht. Zur Verknüpfung von Unterrichtseinheiten werden dabei deren Start- bzw. Endelemente verwendet. Verbindungen zu Inhalten von Unterrichtseinheiten (Unterrichtselementen) sind nicht erlaubt. D.h. abgesehen von den Start- und Endelementen stellen Unterrichtseinheiten aus der Sicht eines Kurses gekapselte Konstrukte dar.

Für einzelne Unterrichtseinheiten können explizit Layoutvorlagen angegeben werden, die dann für alle Unterrichtselemente gelten. Zur Erinnerung: eine Layoutvorlage wird bereits mit dem Plan ausgewählt. Die Angabe per Unterrichtseinheit dient dazu, diese Angabe, sofern erwünscht, zu überschreiben. D.h., die explizite Angabe per Unterrichtseinheit hat Vorrang vor der Layoutangabe im Plan.

Bei der Anordnung von Unterrichtseinheiten werden Sequenz, Verzweigung, bedingte Verzweigung, optionale und bedingte Wiederholungen durch die im Abschnitt 4.4.2 eingeführten vordefinierten Elemente typisierte Verbindung, öffnende bzw. schließende Verzweigung, Prüf- bzw. Wiederholungselement implementiert. Einziger Unterschied besteht darin, daß Unterrichtseinheiten mit Vorbedingungen anfangen und mit Nachbedingungen

enden können. Hier gilt, daß, wenn eine Vorbedingung existiert, diese für die Nutzung stets gegeben sein muß.

Nun kann der Fall auftreten, daß ein Dozent eine Unterrichtseinheit aus dem Kurs eines anderen Dozenten wiederverwenden möchte und ihn daher in seinen eigenen Kurs kopiert. Ein Problem tritt dabei auf, wenn die Unterrichtseinheit eine Vorbedingung enthält, die im aktuellen Kurs nie erfüllt sein kann⁴. Zur Lösung dieser Problematik wird das *Zuweisungselement* eingeführt. Zuweisungselemente dienen dem expliziten Setzen von Variablen. Sie sind bei der Nutzung der Module auf der Bereitstellungsebene nicht sichtbar, dienen jedoch dazu, Vorbedingungen zu erfüllen.

Damit stehen für die Anordnungen von Unterrichtseinheiten, verglichen mit der inhaltlichen Gestaltung von Unterrichtseinheiten, die gleichen Möglichkeiten zur Verfügung.

4.4.4.3 Hinweise zur Implementierung

Die zur inhaltlichen Gestaltung von Unterrichtseinheiten und darauf aufbauenden Kursen benutzten Elemente lassen sich mit dem Datenmodell von AMSys implementieren. Die genannten Elemente lassen sich als Knoten darstellen. Zur Unterscheidung (öffnende/schließende Verzweigung, Prüfelement, Wiederholungselement usw.) können jeweils unterschiedliche Eigenschaftsvektoren verwendet werden.

Gleiches gilt für typisierten Verbindungen, welche sich durch zweidimensionale Eigenschaftsvektoren realisieren lassen: in der ersten Dimension wird der Typcode, in der zweiten die Priorität verwaltet. Auf diese Weise können Knoten in der für AMSys üblichen Weise verbunden werden und somit die im Abschnitt 4.4.4.1 aufgeführten Konstellationen bilden.

4.5 Bereitstellung von Kursen

Bei der Bereitstellung von Kursen werden Kursbeschreibungen, Informationseinheiten der Speicherebene und Layoutvorlagen der Layoutkomponenten zu fertigen Modulen der Bereitstellungsebene zusammengestellt. Für die in den Unterrichtselementen referenzierten Informationseinheiten bedeutet dies eine Konvertierung auf der Konvertierungsebene in das Format der Bereitstellungsebene. Bei diesem Prozeß werden die über den Plan oder der Unterrichtseinheit referenzierten Layoutvorlagen verwendet und die darin angegebenen Formatierungs- und Platzierungsvorgaben durchgeführt.

Funktionen zur Konvertierung und zur Layoutgestaltung können sehr komplex werden. Deren Konzeption zur Einbindung in die Gesamtarchitektur würde daher den Rahmen dieser Arbeit sprengen und seien hiermit als gegeben vorausgesetzt. Statt dessen fällt das Augenmerk in diesem Abschnitt auf die automatische Erzeugung von pädagogisch sinnvollen Lernpfaden aus Kursbeschreibungen. Zuvor erfolgt eine Erläuterung des Begriffs *Lernpfad* und anschließend die Beschreibung der Erzeugung.

⁴zum Beispiel wird eine Variable abgefragt, die bisher nicht im Kurs definiert wurde

4.5.1 Lernpfad

Bei der Nutzung von Lernmaterialien werden Inhalte nacheinander in einer bestimmten Reihenfolge vermittelt bzw. Tests, Übungen etc. durchgeführt. Mit der sequentiellen Nutzung entsteht ein Pfad, der *Lernpfad*.

Der Lernpfad kann sich in Abhängigkeit a) des Mediums, b) des Lerninhalts, c) der Adressaten oder d) der Lernmethodik herausbilden. Die Gestalt des Lernpfads in Abhängigkeit von a) ist überwiegend mit den Einschränkungen eines Mediums verbunden. Wird beispielsweise über eine virtuelle Lernumgebung gelernt, so kann ein Treffen aller beteiligten Studenten mit dem Tutor nicht unmittelbar nach Abarbeitung einer Thematik erfolgen, da damit zu rechnen ist, daß die Studenten diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten absolviert haben. Folgerichtig würde in diesem konkreten Fall eine Terminabsprache notwendig sein, die wiederum ein wenig Zeit benötigt. D.h. die nicht synchrone Arbeitsweise, welche die virtuelle Lernumgebung bietet, setzt indirekt gewisse Anforderungen an bzw. Schranken für den Lernpfad.

Mit der Abhängigkeit vom b) Lerninhalt ist zum Beispiel die notwendige Aufeinanderfolge von Lerninhalten gemeint. Wenn, angenommen, ein Test direkt nach der Erläuterung eines Themas erfolgen muß, so ist der Lernpfad damit vorgegeben.

Interessanter im Hinblick auf den Lernpfad verhält es sich bei der Abhängigkeit vom c) Adressaten und d) der Lernmethodik. In Abhängigkeit von c) bedeutet, die Eigenschaften, Voraussetzungen und ggf. auch Faktoren wie Lernbereitschaft, Motivation etc. bei der Zusammenstellung des Lernpfads zu berücksichtigen. Eine wirksame, wenn auch einfache Erstellung von Lernpfaden besteht z.B. in der Berücksichtigung der Adressatengruppen Anfänger, Fortgeschrittene und Experten. Entsprechende Beispiele hierfür wurden bereits in 4.4.4.1 auf Seite 71 gegeben. In Abhängigkeit von d) bedeutet somit, daß ein Lernpfad vorgegeben ist, jedoch je nach Adressat bzw. Adressatengruppe eine andere Gestalt annehmen kann.

In den bisherigen Ausführungen wurde davon ausgegangen, daß eine Folge von Inhalten vermittelt wird. Im übertragenen Sinn handelt es sich hierbei um eine Führung durch eine Thematik, d.h. der Lernpfad dient als Leitfaden zum Erlernen eines Themas. Das ist vergleichbar mit der Durchführung eines Unterrichts, einer Übung oder einer Kombination von Unterricht und Übung etc. Eine andere Methodik (d) könnte jedoch auch in der alleinigen Durchführung von Übungen bestehen, wie es z.B. häufig vor dem Anstehen von Klausuren oder Prüfungen erfolgt. Auch könnte eine Methode darin bestehen, die einzelnen Inhalte eines Kurses selbständig nach Bedarf auszuwählen, d.h., explorativ zu lernen. All die genannten Beispiele bezüglich der Methodik haben ein gemeinsames Merkmal: sie benötigen eine variable Gestaltung des Lernpfads zur Laufzeit, d.h. während der Nutzung und unabhängig von irgendwelchen Bedingungen.

Eine solche variable Gestaltung des Lernpfads zur Laufzeit kann durch eine entsprechende Gliederung auf der Bereitstellungsebene erfolgen. So bietet ein Inhaltsverzeichnis mit der Auswahlmöglichkeit einzelner Inhalte Möglichkeiten des explorativen Lernens. Auch können Inhalte nach ihrem Typ (Übung, Erläuterung, Beispiel) gruppiert angeboten und somit den Anforderungen aus d) gerecht werden.

Element	Realisierung in HTML
Verzweigung	Anzeige einer Indexseite zur Auswahl der Folgeseite. Die Indexseite enthält Namen der Pfade mit entsprechenden Links zu den Folgeseiten
Optionale Wiederholung	Die letzte Seite der zu wiederholenden Sequenz enthält zwei Einträge mit den Bezeichnungen "weiter" und "wiederholen". Der Eintrag "weiter" ist per Link mit der Folgeseite, der Eintrag "wiederholen" mit der ersten Seite der Wiederholungssequenz verbunden
Bedingte Verzweigung	Die letzte Seite der Sequenz, die vor der Wiederholung erscheint, enthält einen Button "weiter". Bei Betätigung dieses Buttons wird z.B. ein Java-Servlet ausgeführt, welches die mit der Bindung verknüpfte Variable testet und in Abhängigkeit des Ergebnisses die jeweilige Folgeseite lädt.
Bedingte Wiederholung	Ist letztlich eine Kombination aus bedingter Verzweigung und optionaler Wiederholung

Tabelle 4.1: Umsetzung von Pfadsteuerungsdirektiven in HTML

4.5.2 Erzeugung von Lernpfaden aus Kursbeschreibungen

Im vorherigen Abschnitt wurden die Anordnungsmöglichkeiten von Unterrichtseinheiten und Kursen vorgestellt. Aus der Sicht der Konvertierungsebene stellen diese Anordnungsmöglichkeiten *Beschreibungen* für *mögliche* Ausprägungen von Lernpfaden dar. Wie erläutert, sind in solchen Beschreibungen z.B. spezielle Lernpfade für Anfänger oder optionale Pfade für Experten etc. enthalten. Bei der Erzeugung von Lernpfaden geht es nun darum, aus diesen Beschreibungen konkrete Ausprägungen zu erstellen.

Nachfolgend wird vorrangig die Erzeugung der Lernpfade in Abhängigkeit der Adressaten betrachtet. Am Ende des Abschnitts wird die Erzeugung in Abhängigkeit des Typs erläutert. Alle Beschreibungen gehen exemplarisch von einer Ausgabe im HTML-Format auf der Bereitstellungsebene aus.

Im Abschnitt 4.4.4.1 wurden die Elemente zur Realisierung von Verzweigungen, bedingter Pfadwahl und Wiederholungen eingeführt. Die Konvertierungsebene kann diese Elemente, wie in Tabelle 4.1 beschrieben, in HTML umsetzen.

Die Umsetzung gilt sowohl zur Konvertierung einer einzelnen aus Unterrichtselementen bestehenden Unterrichtseinheit, wie auch zur Konvertierung eines aus mehreren Unterrichtseinheiten bestehenden Kurses. Schwerpunkt bei der Umsetzung stellt ein Parser dar, der anhand der Beschreibungen die jeweiligen Verknüpfungsziele ermitteln muß.

Bei der angedachten Konvertierung stellen die Verzweigungen allerdings Probleme hinsichtlich ihres Auftretens dar. Als Beispiel diene die Abbildung 4.12 auf Seite 75: an der ersten Verzweigung erscheint auf dem einen Pfad $P_{Anfänger}$ und auf dem anderen $P_{Experte}$. Nun sich stellt die Frage, welcher der beiden bei der Anzeige einer Indexseite als erstes erscheinen soll? Aus diesem Grund wurden Prioritäten eingeführt (zur Erinnerung: typisierte Verbindungen haben einen Typcode und eine Priorität).

Prioritäten dienen dem Parser zur Unterstützung bei der Festlegung einer Reihenfolge: sind zwei Elemente, wie im erwähnten Beispiel, gleichrangig, so entscheidet die Priorität

Adressatengruppe	T_{all}	$T_{Anfänger}$	$T_{Fortgeschrittener}$	$T_{Experte}$
Anfänger	M	M	-	-
Fortgeschrittene	M	M	M	O
Experte	M	-	O	O

Tabelle 4.2: Beispiel einer Zuordnung von Typcodes zu Adressaten

bzgl. der Reihenfolge. Die Verbindung mit dem niedrigsten Wert hat die höchste Priorität und folgerichtig wird das damit verbundene Element als erstes ausgewählt. Bei Verbindungen mit gleicher Priorität ist die Reihenfolge unbestimmt.

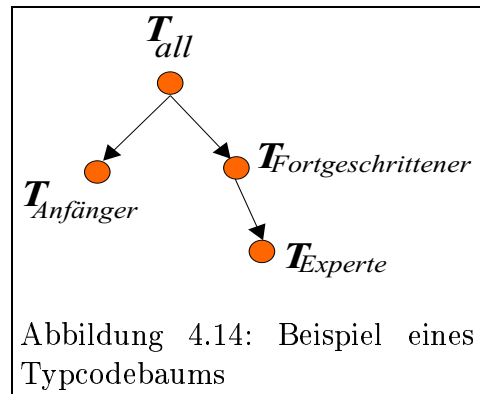
In analoger Weise zu den Prioritäten dienen auch die Typcodes der typisierten Verbindungen als Auswahlkriterium bei der Konvertierung in das Ausgabeformat. Die Typcodes dienen jedoch nicht der Konfliktlösung, sondern sie werden zur Auswahl der in Betracht kommenden Verbindungen benutzt, d.h., sie haben eine Selektionsfunktionalität.

Zur Angabe der Selektionskriterien geht der Dozent wie folgt vor: er wählt einen Adressaten oder eine Adressatengruppe (im folgenden sei die Gruppe als gegeben vorausgesetzt) aus, die er zuvor mit in seinen Plan aufgenommen hat. Für diese Gruppe legt er die zu verwendenden Typcodes auf folgende Weise fest: er gibt an, welche Typcodes verpflichtend sind (Menge T_M), welche optional sind (Menge T_O) und damit indirekt auch, welche nicht ausgewählt werden. Die Wurzel des Typecodebaums T_{ALL} (siehe 4.4.3.2) ist grundsätzlich immer in T_M enthalten.

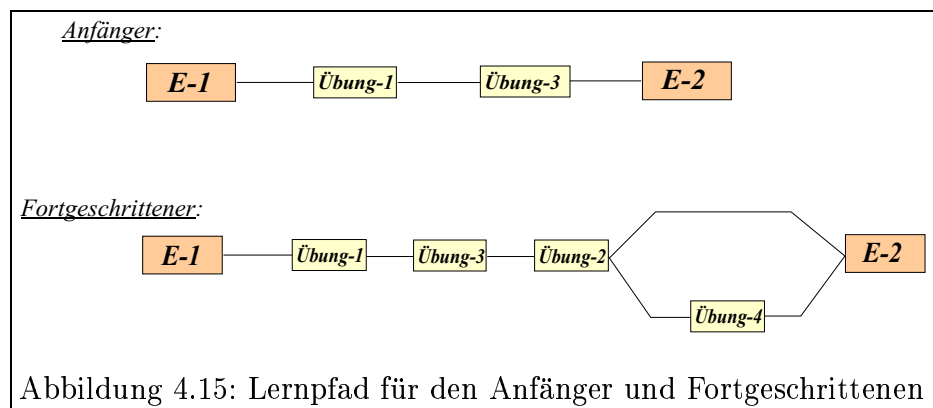
Die Bestimmung der beiden Mengen T_M und T_O hat folgende Bedeutung: die Beschreibung der Anordnungsmöglichkeiten, ob für Unterrichtseinheiten auf Kursebene oder Unterrichtselemente auf Ebene der Unterrichtseinheiten, dient als Vorlage für die Ausprägung des Lernpfads. Es werden nun alle Pfade mit den Typcodes gelöscht, die weder in T_M , noch in T_O enthalten sind. Die typisierten Verbindungen, die Typcodes aus T_M haben, werden in einer Sequenz gemäß der Beschreibung angeordnet. Bei Gleichrangigkeit von mehreren typisierten Verbindungen entscheiden deren Prioritätsangaben. Verbindungen mit Typcodes aus T_O werden an der Stelle, an der sie auftreten, als Option angeboten. Die Umsetzung erfolgt gemäß Tabelle 4.1. Der Lerner hat bei der Nutzung dann die Wahl, der optionalen Verbindung oder weiter der verpflichtenen Verbindung zu folgen. Bei Wahl und Abarbeitung der optionalen Verbindung landet er wieder an der Stelle, an der er zuvor die Wahl getroffen hat. In der Tabelle steht M für verpflichtend und O für optional. In Abbildung 4.14 ist der Baum der Typcodes dargestellt, den er zuvor im Plan angelegt hat. Demnach müssen alle Adressatengruppen Verbindungen mit dem Typcode T_{all} durchlaufen.

Die Tabelle 4.2 legt damit fest: Anfänger müssen alle Verbindungen mit Typcode T_{all} und $T_{Anfänger}$, Fortgeschrittene alle mit T_{all} , $T_{Anfänger}$, $T_{Fortgeschrittener}$ und optional $T_{Experte}$, Experten alle mit T_{all} und optional mit $T_{Fortgeschrittener}$ und optional mit $T_{Experte}$ durchlaufen. Mit diesen Angaben, den typisierten Verbindungen, der in der Tabelle erläuterten Konvertierungsvorschrift und den eigentlichen Beschreibungen der Kurse bzw. Unterrichtseinheiten können die konkreten Lernpfade für die Adressaten erstellt werden.

Die Abbildung 4.15 zeigt den resultierenden Lernpfad für den Anfänger und den Fortgeschrittenen. Gemäß Tabelle muß der Anfänger $T_{Anfänger}$ und $T_{Fortgeschrittener}$ durchlaufen, welche nach der Verzweigung gleichrangig erscheinen. Da $T_{Anfänger}$ jedoch eine



höhere Priorität besitzt, erscheinen die Unterrichtselemente dieses Pfads vor denen von $T_{Fortgeschrittener}$.



Bei der Erstellung variabler Lernpfade zur Unterstützung explorativen Lernens werden vorrangig die sogenannten Typidentifikatoren der Unterrichtseinheiten als Selektionskriterium betrachtet. Der Dozent gibt dazu im Vorfeld die auszuwählenden Typidentifikatoren bekannt. Das System wählt daraufhin aus dem Kurs alle Unterrichtseinheiten, deren Typidentifikatoren den angegebenen entsprechen. Anschließend werden sie in der Reihenfolge, in der sie im Kurs erscheinen und ggf. unter Berücksichtigung der Prioritäten, aneinandergereiht. Aus dieser Anordnung erstellt das System einen linearen Lernpfad und ein Inhaltsverzeichnis. In dem Inhaltsverzeichnis sind alle Unterrichtseinheiten des Lernpfads gemäß ihrer Reihenfolge aufgelistet und explizit auswählbar.

4.5.3 Vorgehensweise zur Erzeugung von Kursmodulen

Zur Erzeugung von Kursen und deren Bereitstellung auf der Bereitstellungsebene sind mehrere Schritte notwendig, in denen mehrere Teilsysteme, Komponenten und Ebenen beteiligt sind. Die wesentlich beteiligten Elemente sind der Abbildung 4.6 auf Seite 63 zu entnehmen.

Ergänzend zum Bisherigen und in der Abbildung nicht ersichtlich kommt ein Parsersystem hinzu, welches zur Verarbeitung der in Abschnitt 4.4 eingeführten Strukturen dient

und der Kurskomponenten zuzuordnen ist. Das Parsersystem übernimmt die erste Aufgabe im Erzeugungsprozeß: es überprüft Typidentifikatorbeschreibung, Typcodebaum, Kursbeschreibung und die Beschreibung der Unterrichtseinheiten auf Korrektheit. D.h., es wird überprüft, ob die genannten Anforderungen erfüllt sind.

Im zweiten Schritt werden die im Plan angegebenen Adressaten und die Typcodes in Form einer Tabelle miteinander verknüpft. Dabei gibt der Dozent an, welche Typcodes für den jeweiligen Adressaten verpflichtend und welche optional sind. Daraus ergibt sich eine Zuordnungstabelle, wie im Abschnitt 4.5.2 gezeigt. Der Dozent kann ergänzend dazu Typidentifikatoren angeben, die zur Erzeugung der variablen Lernpfade dienen. Der Parser ermittelt im dritten Schritt anhand der Zuordnungstabelle und des Typcodebaums alle möglichen Lernpfade und anhand der ausgewählten Typidentifikatoren alle variablen Lernpfade.

Im nächsten Schritt kommen die bisher noch nicht erwähnten Ablaufsteuerungsvorlagen ins Spiel: anhand der im Plan referenzierten Ablaufsteuerungsvorlagen kann das Ergebnis des dritten Schritts um weitere Konstrukte ergänzt werden. Wofür diese Ergänzungen dienen und woraus diese bestehen wird im Abschnitt 4.6 erläutert.

Nach dem vierten Schritt liegen dem fünften Schritt fertige Lernpfade zur Konvertierung vor. Mit dieser Konvertierung wird für jeden Kurs ein Modul für die Bereitstellungsebene erzeugt. Hierfür muß der Dozent zuvor ein Ausgabeformat gewählt haben. Die Erzeugung erfolgt dabei mit den folgenden Zwischenschritten: für jedes Element wird eine korrespondierende Funktion in der Konvertierungsebene aufgerufen. Diese Funktion bekommt alle Informationen bzgl. des Elements, der im Plan referenzierten Layoutvorlage, sowie die Angabe des Ausgabeformats übergeben. Daraufhin wird das Element mit Berücksichtigung der Layoutvorgaben (Farbwahl, Wahl der Steuerungselemente, wie beispielsweise Button etc.) konvertiert und in das bisherige Resultat der Konvertierung eingegliedert. Dabei werden entsprechende Indexe bzw. Links gesetzt und entsprechende Navigationselemente eingeführt. Das Layout und die Platzierung der Navigationselemente werden ebenfalls über die Layoutvorlage gesteuert.

Im sechsten Schritt schließlich müssen die erstellten Module zur Anwendung freigegeben werden. Bei dieser Freigabe aktualisiert das System unter Umständen übergeordnete Indexe, die das Auffinden des Moduls ermöglichen. Auch werden in der Administrationskomponente die Adressaten der Module ausgewählt, und es wird eine Verknüpfung zwischen Modul und Adressaten hergestellt. Dadurch kann das System die Module den Adressaten zuordnen und umgekehrt. Auch kann der Dozent an dieser Stelle eingreifen und den Adressaten für die Module bestimmte Rechte zuweisen, wie zum Beispiel schreibenden oder ausschließlich lesenden Zugriff usw..

4.6 Ablaufsteuerungsvorlagen

Die Ablaufsteuerungsvorlagen dienen, wie bereits in 4.3.1.4 angedeutet, zur Steuerung der Kursgestaltung, der Kursnutzung und der Wechselbeziehung zwischen Nutzung und Gestaltung. Damit wird das Ziel verfolgt, einige der in Kapitel 2 erwähnten didaktischen Methoden systemtechnisch zu unterstützen. Mit der aus 4.4.3 und 4.4.4 gewonnenen Kenntnis über die Planungs- und Kurskomponente und insbesondere über deren interne Gestalt soll in diesem Abschnitt der Einsatz von Ablaufsteuerungsvorlagen erläutert werden.

Bei den nachfolgenden Beschreibungen wird zwischen Kursgestaltung, der Nutzung und der Wechselwirkung zwischen beiden unterschieden.

4.6.1 Ablaufsteuerung bei der Kursgestaltung

Wie aus den vorherigen Abschnitten hervorgeht, bezieht sich die Gestaltung auf die Planung und auf die Zusammensetzung des Kursinhalts (Erstellung und Aneinanderreihung von Unterrichtseinheiten). Ohne Auswahl einer Ablaufsteuerung hat der Dozent maximale Freiheiten, d.h. kann zwischen beiden Gestaltungsebenen ständig wechseln. Einzige Voraussetzungen dabei: die im Kurs verwendeten Informationseinheiten müssen aus dem Plan hervorgehen, benötigte Typcodes müssen im Plan registriert und die gewünschten Typidentifikatoren im Plan definiert sein.

Bei der Gestaltung erfüllen Ablaufsteuerungsvorlagen die Funktion, den Dozenten beim Gestaltungsprozeß zu führen. D.h., die Vorlage bestimmt die nächsten Schritte, die der Dozent auszuführen hat. Diese Schritte können sich vorerst nur auf die Planung beziehen. Eine Führung auch bei der Kursgestaltung ist durchaus denkbar. Zur Realisierung einer solchen Führung wird ein spezieller Editor zur Planung bzw. Kursgestaltung und eine Beschreibungssprache benötigt. Der Editor arbeitet auf der Ein-/Ausgabeebene der Gesamtarchitektur und wird im Folgenden als gegeben vorausgesetzt. Mit diesem Editor erzeugt der Dozent die Repräsentanten, kann jene verbinden, ihnen Notizen oder Informationseinheiten zuweisen etc. . Die Grammatik der Beschreibungssprache wird in den nächsten Ausführungen skizziert.

Im angedachten Szenario liest der Editor eine Beschreibungssprache. Die Beschreibungssprache wird dabei in Form einer kontextfreien Grammatik spezifiziert, über welche, ähnlich wie bei einer DTD in XML, die nächst möglichen Gestaltungsoperationen (bzw. Konstrukte in XML) jeweils ermittelt werden können. Die Operationen werden in der Sprache in Form von Operationsidentifikatoren angegeben. Je nach aktuellem Kontext und der Beschreibungssprache bietet der Editor dabei die möglichen Operationen zur Auswahl an. Dem Dozenten steht während der Gestaltung seines Plans folgerichtig nur der Operationsvorrat zur Verfügung, den die Beschreibungssprache im aktuellen Kontext vorsieht.

Die in dieser Arbeit vorgesehen Operationen sind vorerst sehr einfach: sie erlauben das Erstellen einer Beschreibung und die Zusammenstellung von Informationseinheiten der Speicherebene. Die Operationen sind wie folgt definiert:

- $O_T(\textit{titel}, \textit{text})$: erstellt eine Beschreibung mit dem Titel *titel* und dem Inhalt *text*.
- $O_{IE}(\textit{titel}, ie_1, \dots, ie_n)$: erstellt eine Zusammenstellung von Referenzen zu den Informationseinheiten ie_1, \dots, ie_n . Die Zusammenstellung erhält die Bezeichnung *titel*.

Bei der Abarbeitung einer der beiden Operationen führt der Editor folgende Schritte aus:

- $O_T(\textit{titel}, \textit{text})$: Er zeigt den Titel *titel* an und erwartet die Eingabe eines Textes. Daraufhin wird ein Repräsentantenknoten der Planungskomponente erstellt, welche den Bezeichner *titel* bekommt und die Notiz mit Inhalt *text*. Diesen Knoten verbindet er mit dem zuvor erstellten Vorgängerknoten.

- $O_{IE}(\mathbf{titel}, ie_1, \dots, ie_n)$: Er zeigt den Titel *titel* an und bietet die Auswahl verschiedener Informationseinheiten ie_1, \dots, ie_n an. Anschließend erzeugt er einen Repräsentantenknoten der Planungskomponente mit Bezeichner *titel* und Referenzen zu den Informationseinheiten ie_1, \dots, ie_n .

Somit steuern die Operationen gewissermaßen den Editor und legen gleichzeitig Elemente im Plan gemäß ihrer Reihenfolge an. Eine Ablaufsteuerungsvorlage beschreibt nun in Form einer kontextfreien Grammatik mögliche Reihenfolgen. Diese Grammatik besteht aus den genannten Operationsidentifikatoren (O_T , O_{IE}), einem Start (S), einem End (E) und Nichtterminalsymbolen. Bei Angabe der Operationsidentifikatoren muß stets der Titel mit angegeben werden. Der Titel dient als Aufforderung und teilt dem Dozenten mit, welchen Schritt er jeweils als nächstes ausführen kann.

Mit den gewählten Operationen und einer kontextfreien Grammatik lassen sich Vorgaben für die Erstellung eines Plans realisieren. Angenommen der Plan eines Unterrichts soll stets nach dem folgenden Muster erfolgen: a) Nennung der Ziele, b) Begründung, c) Inhalt für Erläuterung des Themas, d) Sammlung von Übungsmaterialien, e) Erläuterung der mit dem Unterricht erreichten Ziele. Eine Ablaufsteuerungsvorlage könnte hierfür wie folgt aussehen:

Beispiel 4 (Beispiel einer Ablaufsteuerungsvorlage)

$$\begin{aligned} S &\rightarrow US \mid E \\ U &\rightarrow O_T(\text{Nennung der Ziele})O_T(\text{Begründung})O_{IE}(\text{Material für Thema}) \\ &\quad O_{IE}(\text{Übungsmaterial})O_T(\text{Erreichte Ziele}) \end{aligned}$$

Nach dem Einlesen dieser Vorlage erwartet der Editor für a) und b) die Eingabe eines entsprechenden Texts, anschließend für c) und dann für d) die Auswahl der gewünschten Informationseinheiten und danach die Eingabe eines Texts für e). Der daraus resultierende Plan auf der Planungsebene kann wie in Abbildung 4.16 skizziert aussehen.

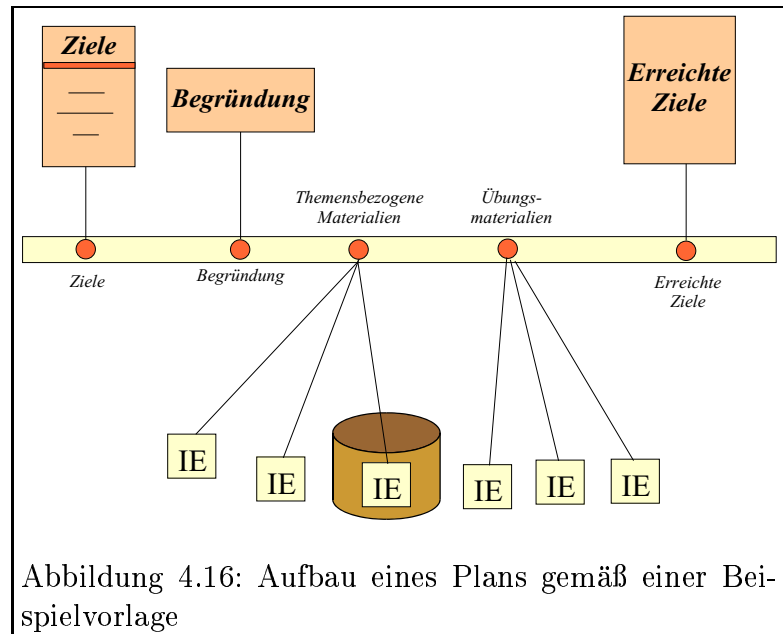
Als weiteres Beispiel dient die Planung eines Kurses. Hierbei soll für jeden Unterricht das Thema begründet, eine Lehrmaterialauswahl getätigt und ein Beispiel gegeben werden. Am Ende des gesamten Kurses soll eine Übung gehalten werden. Die entsprechende Beschreibungssprache könnte wie folgt aussehen:

Beispiel 5 (Vorlage für die Unterrichtsplanung)

$$\begin{aligned} S &\rightarrow US \mid P \\ U &\rightarrow O_T(\text{Begründung})O_{IE}(\text{Lehrmaterial})O_{IE}(\text{Beispielmaterial}) \\ P &\rightarrow O_{IE}(\text{Material für Übung}) \end{aligned}$$

Die hiermit eingeführten Ablaufsteuerungsvorlagen sind vorerst sehr einfach gehalten. Es ist aber durchaus denkbar, das Konzept der Vorlagen für die Gestaltung von Unterrichtseinheiten und Kursen zu erweitern. Die Möglichkeiten der Vorlagen sind aber aus diesem Konzept bereits ersichtlich:

- Es können gewisse Vorgaben, wie z.B. die Angabe einer Begründung, für die Gestaltung gemacht werden.
- Die Gestaltung (hier Planung) kann nach einem gewissen Schema erfolgen (vgl. beispielsweise Curriculumtheorie oder Modell aus Kapitel 2).



4.6.2 Ablaufsteuerungsvorlagen für Kursinhalte

Ablaufsteuerungsvorlagen für Kursinhalte dienen dazu, den Kursinhalt, der in Form von Lernpfaden vorliegt um Inhalte aus der Vorlage zu ergänzen. Wie auch Abschnitt 4.5.3 entnommen werden kann, steht nach dieser Ergänzung der finale Lernpfad zur Konvertierung bereit.

Ziel dieser Ergänzungen ist es, häufig vorkommende Inhalte in Form eines Schemas zur automatischen Einbringung in vorhandene Lernpfade einzufügen. Im Unterschied zu den Layoutvorlagen der Layoutkomponenten beziehen sich diese Schemata jedoch auf den Inhalt bzw. auf den Verlauf des Lernpfads. In einer ersten Version der Lernumgebung soll die Ergänzung durch diese Vorlagen vorerst fest einprogrammiert werden und in späteren Versionen ähnlich wie die Vorlagen zur Kursgestaltung (4.6.1) beschreibbar sein. Daher werden in der ersten Version nur die folgenden Typen von Vorlagen bereitgestellt:

1. Für das Anfügen spezieller Inhalte an das Ende eines Kurses
2. Für das Einfügen spezieller Inhalte jeweils am Anfang und am Ende von Unterrichtseinheiten

Für beide Typen verwaltet die Ablaufsteuerungskomponente eine Menge von konkreten Vorlagen. Jede dieser Vorlagen kann ein oder mehrere Eingabeformulare und kann Referenzen zu Informationseinheiten der Speicherebene beinhalten. Die Eingabeformulare dienen dabei zur Angabe fehlender Informationen, die zur Einbringung der Vorlagen benötigt werden. Bei der Auswahl einer der Vorlagen bietet die Ablaufsteuerungskomponente das Eingabeformular zur Eingabe an bzw. ermittelt die Referenz zu den Informationseinheiten, erstellt dann daraus den eigentlichen Inhalt und fügt diesen an die jeweilige(n) Position(en) (1. oder 2.) an.

Beispiel einer Vorlage stellt die Bewertung der Kursmaterialien dar. Der Bewertungsbogen könnte z.B. in Form einer HTML-Datei als Informationseinheit in der Speicherebene

vorliegen. In diesen Bewertungsbogen sollen jeweils Angaben über den Dozenten (insbesondere dessen e-Mail) erscheinen. Demzufolge wäre eine Vorlage vom Typ 1 zu erstellen, die den besagten Bewertungsbogen referenziert und über ein Eingabeformular Daten über den Dozenten verlangt. Per Skript werden dann die Inhalte des Eingabeformulars in den Bewertungsbogen eingetragen und das Ergebnis im Schritt 4 des Erzeugungsprozesses an das Ende des jeweiligen Kurses angehängt.

Ein weiteres Beispiel stellt die Voranstellung einer Inhaltsangabe am Anfang eines Unterrichts und die Bereitstellung einer Zusammenfassung am Ende eines Unterrichts dar. In diesem Fall würde eine Vorlage vom Typ 2 mit entsprechendem Eingabeformular erstellt werden. Das Skript würde im Schritt 4 für jede Unterrichtseinheit dieses Formular einblenden und je zwei Unterrichtselemente erzeugen und diese an den Anfang der Unterrichtseinheit, d.h. direkt nach dem Startelement bzw. an das Ende, d.h. direkt vor dem Endelement einreihen.

Die Idee dieser Form der Vorlagen entstammt ebenfalls Kapitel 2. Dort wurde u.a. bei der Erläuterung der Lerntheorien auf gewisse strukturell geeignete Schemata für den einzelnen Unterrichtsablauf hingewiesen. Eine der Methoden galt der Unterstützung des assoziativen Lernens durch Angabe eines Inhaltsverzeichnisses am Anfang einer Unterrichtseinheit. Bei der kritisch-konstruktiven Didaktik wurde stets der IST-Zustand des Schülers gemessen und anhand dessen der Folgeunterricht gestaltet. Jenes wäre z.B. möglich, indem nach jeder Unterrichtseinheit die Durchführung eines Tests erfolgt, was sich mittels einer Ablaufsteuerungsvorlage schematisieren läßt.

4.6.3 Ablaufsteuerungsvorlage zur wechselwirkenden Kursgestaltung und Nutzung

Die Berücksichtigung der Wechselwirkung von Gestaltung und Nutzung von Kursen geht u.a. auf das Modell kritisch-konstruktiver Didaktik zurück. Idee hierbei ist, den Unterricht an die jeweilige Adressatengruppe und deren aktuellen unterrichtsrelevanten Befinden (Kenntnisstand, Motivation, etc.) anzupassen. Hierfür dienen einerseits die Lernpfade. Diese haben jedoch die Eigenschaft, auf Merkmale, die sich zur Laufzeit herausbilden (zum Beispiel verstehen Schüler das Dargestellte nicht), nur bedingt reagieren zu können. Insbesondere hat man mittels Lernpfaden nicht die Möglichkeit, bereitgestellte Inhalte auf der Bereitstellungsebene anzupassen.

Mit der in diesem Abschnitt vorgesehenen Idee wird nun versucht, die Inhalte eines Lernpfads bei Bedarf anpassen zu können. Die Idee basiert auf der kombinierten Nutzung der in 4.6.1 und 4.6.2 vorgestellten Ablaufsteuerungsmechanismen. Da diese in ihrer ersten Version noch verhältnismäßig primitiv sind, wird die Idee der Wechselwirkung hier nur skizziert: Grundvoraussetzung ist die vollständige Kontrolle bei der Plan- und Kursgestaltung seitens des Editors. D.h., der Editor muß jederzeit eingreifen (z.B. den Dozenten kontaktieren) können und muß einen Überblick über den aktuellen Status der Gestaltung (bzgl. des Plans und des Kurses) haben. Über Ablaufsteuerungsvorlagen zur inhaltlichen Kursgestaltung werden automatisch Bewertungsbögen oder anderweitige Evaluierungsmöglichkeiten an das Ende einer Unterrichtseinheit oder eines Kurses gehängt, die dann wiederum direkt vom Editor ausgewertet werden. Durch diese Auswertung kann dann der Dozent zum Beispiel benachrichtigt oder direkt zur Bearbeitung des betroffenen Kurses gelenkt werden.

4.7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde eine Architektur einer virtuellen Lernumgebung skizziert. Diese Architektur verwendet das Datenmodell von AMSys zur Verwaltung von Kursen. Der Schwerpunkt der Beschreibungen bestand in der Beschreibung des Aufbaus und der Verwaltung von Kursen. Das vorgestellte Konzept zeichnet sich dadurch aus, daß Wiederverwendung im gesamten System stattfindet: in das System eingespeiste Dokumente können in mehreren Kursen verwendet werden. Auch können einmal angefertigte Kursbeschreibungen in mehreren Ausgabeformaten auf der Bereitstellungsebene angeboten werden. Wiederverwendung findet ebenfalls bei der Übernahme und Veränderung von Kursbeschreibungen statt: durch die Parametrisierung der Kurse können bei Bedarf einzelne Aspekte (Layout, Reihenfolge der Unterrichtseinheiten, Adressaten, Ausgabe von Lernpfaden, usw.) geändert werden, wobei alle anderen beibehalten werden. Über sogenannte Ablaufsteuerungsvorlagen lassen sich zudem Inhalte automatisch einfügen bzw. lassen sich Abläufe bei der Gestaltung von Kursen koordinieren.

Kapitel 5

Beispiel eines Fremdsprachekurses

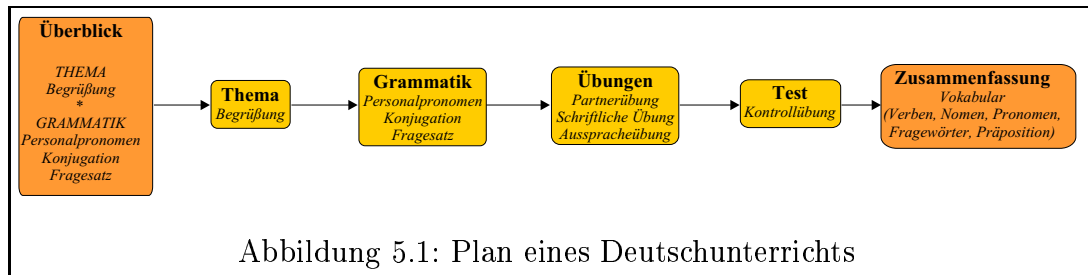
Im Kapitel 4 wurde das Konzept der virtuellen Lernumgebung beschrieben. Dabei wurde erläutert, wie Kurse aus Unterrichtseinheiten zusammengestellt und wie Unterrichtseinheiten aus Angabe von Inhalten, Layoutvorgaben, Adressaten usw. spezifiziert werden. Mit dem Konzept können Lernmodule mit unterschiedlichen Lernpfaden aus Kursbeschreibungen erzeugt werden. Parallel dazu ist durch das Konzept der Ablaufsteuerung möglich, die Qualität der Lehrinhalte durch einen Wechselwirkungsprozeß von Lernen und Gestalten stetig zu verbessern. Das wichtigste Merkmal der Architektur besteht darin, daß Kurse auf verschiedene Art und Weise angepaßt werden können. So können Layout, Inhalt, Strukturierung der Unterrichtseinheiten und auch die pädagogischen Vorgehensweisen (siehe Ablaufsteuerung) voneinander unabhängig nach Bedarf geändert werden.

Über das nachfolgende Beispiel wird der Ablauf von der Planung bis zur Erstellung eines Lernmoduls für das Erlernen einer Fremdsprache exemplarisch vorgeführt. Damit sollen die einzelnen Phasen des Konzepts aus Kapitel 4 am Beispiel gezeigt werden. Zuvor werden einige Merkmale eines Fremdsprachekurses erwähnt.

5.1 Merkmale eines Fremdsprachekurses

Ein Fremdsprachekurs kann verschiedene Grundelemente einer Sprache vermitteln. Zu diesen Grundelementen gehören zum Beispiel der Wortschatz, die Grammatik, die Aussprache. Um aus diesen Grundelementen einzelne Themen zu bilden, werden mehrere Medien benötigt. So kann die Vermittlung von Grammatikregeln per Text erfolgen. Die Aussprache von Vokabeln hingegen verlangt die Ausgabe per Audio oder Video. Zur Durchführung von Tests oder Übungen können ebenfalls verschiedene Medien, wie Text- oder Spracheingaben, Video usw. relevant sein.

Für das Erlernen einer Sprache sind insbesondere die Vorkenntnisse sehr wichtig. Ein Anfänger kann nur auf ein sehr kleines oder gar kein Repertoire an Vorwissen zurückgreifen. Daher sind für den ersten Kontakt mit einer Fremdsprache häufig Bilder, einfache Symbole oder Animationen zum Erlernen elementarer Grundbegriffe geeignet. Der Anfänger wird dabei in der Regel von Beginn an bis zu einem ersten Basiswissen über entsprechende Lernpfade geführt. Zu diesem ersten Basiswissen gehören häufig die Aussprache der Vokabeln und einfache Grundregeln der Grammatik. Fortgeschrittene hingegen können sich gezielt Lernpfade aussuchen oder das Lernmaterial als Referenz nutzen, da sie entsprechende Vorkenntnisse haben.



Um eine Sprache zu beherrschen, muß der Lernende intensiv üben. Die Übungen sind daher entscheidend für das Erlernen einer Fremdsprache. Viele kennen das Problem mit dem *trägen Wissen*, welches bereits im Kapitel 2 beschrieben ist, bei dem trotz Beherrschung des Gelernten nicht immer in jeder Alltagssituation reagiert werden kann. Deshalb sollen die Übungen in einer virtuellen Lernumgebung besonders Elemente zur Interaktionsmöglichkeiten enthalten, wie Chat, e-Mail.

5.2 Beispiel eines Kurses

Das folgende Beispiel geht davon aus, daß die Sprache Deutsch für ausländische Lerner gelehrt wird. Es wird ein Plan für einen Kurs aufgestellt. Dieser Kurs besteht aus mehreren Unterrichtseinheiten, von denen eine in diesem Beispiel gestaltet wird.

5.2.1 Planung und Gestaltung des Unterrichts

Der Dozent plant für die erste Unterrichtseinheit das Thema "Begrüßung". Zu diesem Thema möchte er verschiedene Erklärungen und Beispiele geben. Er möchte die Gelegenheit nutzen, erste Grammatikregeln mit dieser Unterrichtseinheit zu vermitteln. Im Anschluß daran sollen Übungen und evtl. noch Tests durchgeführt werden. In seinem Plan vermerkt sich der Dozent diese Ideen, indem er entsprechende Repräsentanten anlegt und benennt. Er weist den Repräsentanten Notizen zu, in denen er sich die zu vermittelnden Inhalte vermerkt. Wie aus dem resultierenden Plan in Abbildung 5.1 ersichtlich, plant er für die Grammatikübung das Erlernen der Personalpronomen, der Konjugation und der Stellung von Fragesätzen. Für die Übung sieht er u.a. das Üben in Gruppen, schriftliche Übungen und das Üben der Aussprache vor.

Mit diesem ersten Plan wendet sich der Dozent an die Bibliothek (Katalogkomponente) und sucht in den Kategorien **Grammatik**, **Begrüßung**, **Test** und **Übung** nach geeignetem Lernmaterial. Wird er nicht fündig oder findet er nur ein paar Dokumente, so schlüpft er in die Rolle des Autors oder beauftragt einen Autor, um die fehlenden Informationseinheiten zu ergänzen. Bei diesen Ergänzungen ordnet er die erstellten Informationseinheiten in der Katalogkomponenten in die entsprechenden Kategorien ein. Hat der Dozent schließlich alle Informationseinheiten, die er benötigt, gefunden, so ordnet er sie den Repräsentanten zu.

Vor der Gestaltung des Unterrichts beschließt der Dozent, den Unterricht für Anfänger bis Fortgeschrittene, aber auch spezielle Inhalte für inländische Schüler und auch für Studenten der Germanistik anzubieten. Er erstellt in seinem Plan daher die folgenden

Typcodes: T_{all} für alle Personen der Lernumgebung, $T_{Ausländer}$ für Ausländer, die nochmals in $T_{Anfänger}$ und $T_{Fortgeschrittener}$ unterteilt werden, $T_{Inländer}$ für die inländische Schüler und $T_{Interessant}$ allgemein für Inhalte, die ergänzende, aber nicht notwendige Informationen darstellen.

Dem Dozenten fehlen noch die Typidentifikatoren zur Gestaltung der Unterrichtseinheit. In Anlehnung seines Plans (Abbildung 5.1) entscheidet er sich für die folgenden Typidentifikatoren, die er ebenfalls im Plan anlegt: $I_{Erläuterung}$, $I_{Beispiel}$, $I_{Übung}$, I_{Test} .

Es liegen nun die Informationseinheiten, Typcodes und Typidentifikatoren vor, um mit der Gestaltung des ersten Teils des Unterrichts zu beginnen¹. Der erste Teil behandelt einleitend das Thema der Begrüßung und liefert dann für die verschiedenen Adressaten (Anfänger, Fortgeschrittener usw.) verschiedene Redewendungen. Dies ist in Abbildung 5.2 dargestellt.

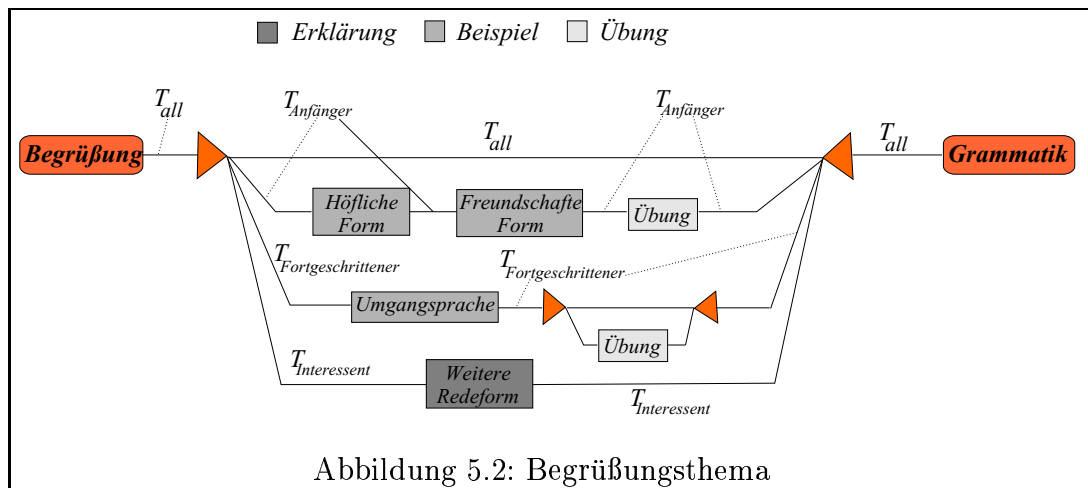


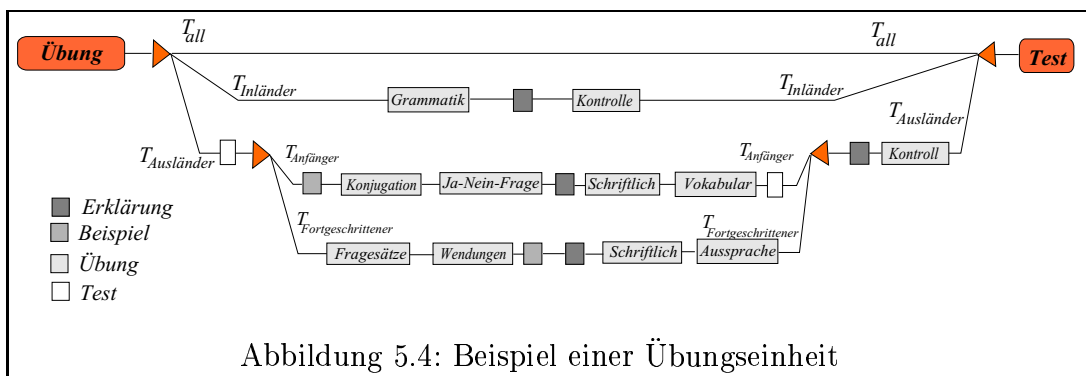
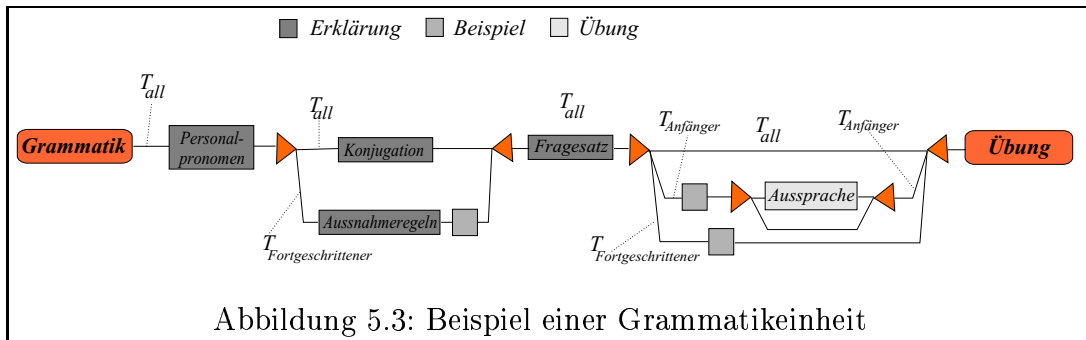
Abbildung 5.2: Begrüßungsthema

Als erstes kommt ein Verzweigungselement, das dafür sorgt, daß für jede Zielgruppe ein Lernpfad ausgewählt werden kann. Der Lernpfad für Anfänger zeigt hierbei Beispiele für konkrete Situationen (Begrüßung in höflicher Form und Begrüßung in freundschaftlicher Form). Es folgt dann für den Anfänger eine Ausspracheübung, bei der er die Aussprache in sehr langsamer Form zum Mitsprechen hören kann. Der Lernpfad für den Fortgeschrittenen sieht anders aus, da er diese Erläuterungen nicht unbedingt benötigt. Er braucht vielmehr Beispiele für das Begrüßen in der Umgangssprache. Da er mit der Aussprache bereits vertraut ist, kann er sich diese auf Wunsch anhören. Der nächste Lernpfad ist für das Erlernen spezieller Redeformen gedacht und daher für Lerner vom Typ $T_{Interessant}$ interessant. Hier werden spezielle Ausdrücke und Dialekte (beispielsweise Begrüßungsform in anderen Bundesländern wie Baden-Württemberg oder Bayern) gelehrt.

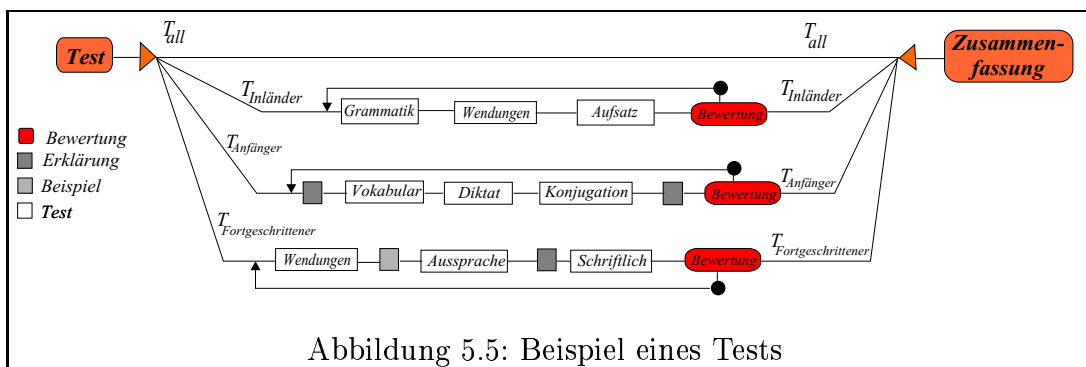
Die Teil des Unterrichts, der für die Grammatik vorgesehen ist, arbeitet nach dem gleichen Prinzip und ist in 5.3 skizziert. Es sind dabei Unterrichtselemente zum Erklären der Grammatikregeln und zur Durchführung einer Übung enthalten.

Für den Übungsteil (Abbildung 5.4) der Unterrichtseinheit kommt ein neuer Lernpfad für Inländer hinzu. Dieser Lernpfad ist z.B. für Schüler interessant.

¹zur besseren Übersicht werden jeweils Ausschnitte des Unterrichts behandelt



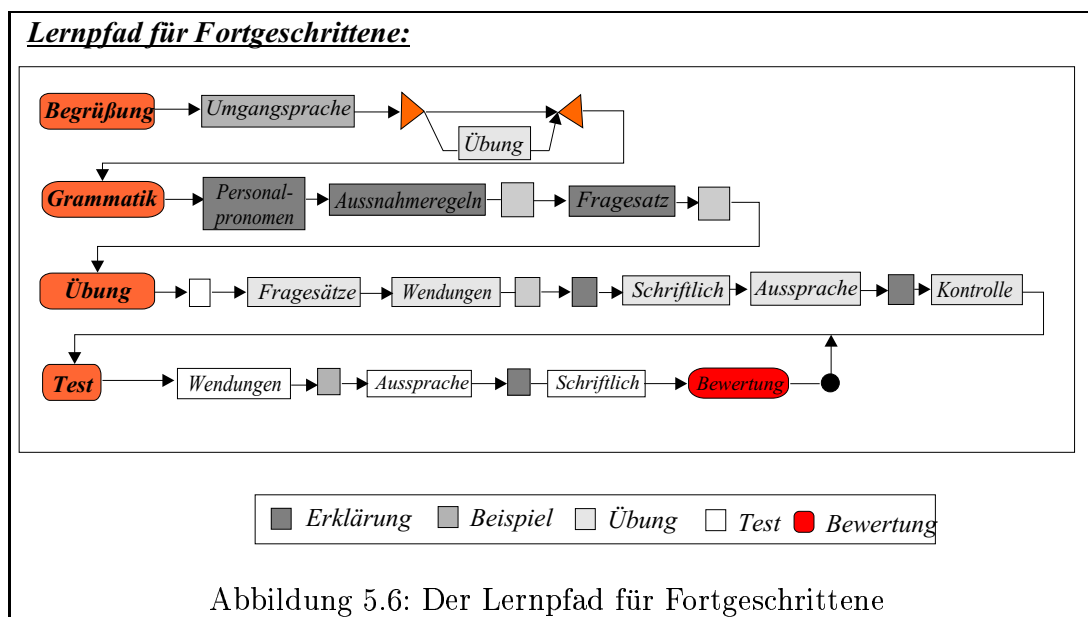
Im letzten Teil werden schließlich Tests durchgeführt. Diese Tests sind auf die verschiedenen Typen von Lernenden abgestimmt, wodurch sich unterschiedliche Lernpfade mit jeweils unterschiedlichen Bewertungssystemen am Ende ergeben. Das Ganze ist in Abbildung 5.5 dargestellt.



Nach der Gestaltung dieser und weiterer Unterrichtseinheiten steht der Kurs für die Erzeugung eines Lernmoduls bereit. Für diesen letzten Schritt fehlt noch die Angabe einer Layoutvorgabe. Der Dozent wählt hierbei eine, die er bisher immer in Kursen verwendet hat. Diese Vorlage sieht u.a. Hellgelb für den Hintergrund, Rot für Bemerkung, sowie bestimmte Melodien für Testerfolge und Testmierfolge und einiges mehr vor. Für den Ablauf seines Unterrichts wählt er zudem eine Ablaufsteuervorlage aus, die einen Überblick am Anfang und eine Zusammenfassung am Ende jeder Unterrichtseinheiten anfügt.

5.2.2 Erzeugung des Lernmoduls

Der Dozent möchte nun aus seiner Kursbeschreibung ein Lernmodul für ausländische Studenten bereitstellen, die den Anfängerkurs bereits belegt haben und schon länger als ein Jahr in Deutschland studieren. In der Administrationskomponente ist diese Gruppe von Studenten als Z_1M_1 eingetragen. (Diese Studenten haben die Grammatikkurse I-III bereits bestanden und möchten das Zertifikat für das Modul 1 erhalten). Er nimmt diese Adressaten in seinen Plan mit auf. Daraufhin entscheidet er, daß diese Adressaten die Pfade mit dem Typcode $T_{Fortgeschrittener}$ abarbeiten müssen. Damit ergibt sich bei der Erzeugung des Lernmoduls der in Abbildung 5.6 dargestellte Lernpfad. Als Ausgabefor-



mat hat der Dozent HTML und PDF ausgewählt. Das HTML-Format kann durch einen Browser über das Internet und die Ein-/Ausgabebene des Systems genutzt werden. Diese Nutzung ist jedoch nur für Studenten der Gruppe Z_1M_1 erlaubt. Bei Bedarf kann sich diese Gruppe auch das PDF-Dokument herunterladen, auf CD brennen und für das Offline-Lernen daheim mitnehmen.

Wenn später eine andere Zielgruppe den Kurs nutzen soll bzw. neue Matrikel hinzukommen, so wählt der Dozent diese aus der Administrationskomponenten aus und entscheidet, welche der Typcodes abgearbeitet werden müssen oder zur freien Auswahl stehen. Daraus können dann jeweils angepaßte Module erzeugt und bereitgestellt werden. Zudem kann der Dozent jederzeit ein Modul erzeugen, welches zum Beispiel nur die Erklärungen, Beispiele, Übungen oder Tests einzelner Themen enthält. Dazu wählt er den Typidentifikator aus und erzeugt daraus ein Lernmodul mit variablen Lernpfaden, welches ein Inhaltsverzeichnis zur direkten Auswahl der Unterrichtselemente der ausgewählten Typen enthält.

Kapitel 6

Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem vorgestellten Konzept einer virtuellen Lernumgebung können Lernmodule systematisch aufgebaut werden. Systematisch bedeutet, daß Lernmodule im engen Zusammenhang zwischen pädagogischen und technischen Aspekten bereitgestellt werden.

Die Frage der Wiederverwendung von Lernmodulen ist nicht mehr abhängig von der Granularität der Inhalte, sondern durch die vorgestellten Vorgehensweisen kann Wiederverwendbarkeit auf verschiedenen Ebenen stattfinden. D.h., nicht nur das gesamte Lernmodul kann wiederverwendet werden, sondern Inhalt, Strukturierung des Inhalts (sowohl bei der Beschreibung von Kursen als auch auf der Speicherebene), Layout und Ablaufsteuerungsvorlagen, aus denen sich Lernmodule zusammensetzen, können separat voneinander wiederbenutzt werden. Durch Abbildung der hierfür notwendigen Strukturen auf das Graphmodell von AMSys können diese Aspekte zudem in einer Datenbank mit entsprechender Funktionalität verwaltet werden.

Autoren und Dozenten können unabhängig voneinander arbeiten und ihre subjektiven Erfahrungen in die Lernmodule direkt oder indirekt einbringen. Dadurch haben die Lernenden die Möglichkeit, auf eine variantenreiche Auswahl den Lernmodulen zuzugreifen. Zudem werden auch die unterschiedlichen Eigenschaften und Vorlieben der Autoren bzw. Dozenten berücksichtigt. Bei Bedarf können sich Gruppen von Dozenten auf gewisse didaktische Methoden durch den Einsatz von Ablaufsteuerungsvorlagen einigen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es sich bei der Schaffung virtueller Lernumgebungen um ein sehr umfangreiches und komplexes Gebiet handelt. Allein aus technischer Sicht ergeben sich eine Menge an Anforderungen, die noch zu lösen sind. Zu diesen Anforderungen zählt sicherlich auch die Gestaltung von Kursen in virtuellen Lernumgebungen. Die vorliegende Arbeit liefert diesbezüglich einen kleinen Beitrag.

Virtuelle Lernumgebungen bieten auch Pädagogen ein breites Feld an Forschungsfragen. So sind Fragen der didaktischen Vorgehensweisen in Lernumgebungen noch ungeklärt. Auch stehen für Pädagogen hierfür eventuell noch nicht geeignete Werkzeuge zur Umsetzung in Lernumgebungen zur Verfügung. Die Idee der Ablaufsteuerung kann hier als erster, sehr einfacher Ansatz betrachtet werden. Für das weitere Vorgehen könnten zum Beispiel konkrete Modelle aus der Mediendidaktik und aus der Pädagogik betrachtet bzw. in Zusammenarbeit mit Pädagogen erarbeitet werden.

Literaturverzeichnis

- [1] R. Kaiser A. Kaiser. *Studienbuch der Pädagogik*. Cornelsen, 1 edition, 1991.
- [2] H. Aebli. *Das Ordnen des Tuns*. Stuttgart, 1 edition, 1980.
- [3] AOF-Wiedergabewerkzeug.
<http://ad.informatik.uni-freiburg.de/mmgroup/aof/tools/aofsync/index.html>.
- [4] AOF-Whiteboard.
<http://ad.informatik.uni-freiburg.de/mmgroup/aof/tools/aofwb>.
- [5] D. P. Ausubel. *Psychologie des Unterrichts*. Weinheim, 1978.
- [6] Authoring on the Fly (AOF).
<http://ad.informatik.uni-freiburg.de/mmgroup/aof/about/index.html.de>.
- [7] S. Claußen. Softwarearchitektur für den Vikar-Campus. Technischer Bericht, Fakultät für Informatik der Univ. Karlsruhe, 2001.
- [8] Sven Claußen. Lernserver und elektronischer Studienassistent als virtuelle Dienstleister in der ViKar-Lernumgebung. Diplomarbeit, 1999.
- [9] R. M. Gagné. *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Hannover, 1969.
- [10] H. Gudjons. *Pädagogisches Grundwissen*. Klinkhardt, 1993.
- [11] R. Winkel H. Gudjons, R. Teske, Editoren. *Die kybernetisch-informationstheoretische Didaktik*, 1989.
- [12] Ernest R.Hilgard. Gordon H.Bower. *Theorien des Lernens*. Ernst Klett, Stuttgart, 1971.
- [13] W. Schiffmann J. Fricke. Telematiklabor für Digitalschaltungen. In *Informatik 2001*, 2001.
- [14] JaTeK: Java Based Teleteaching Kit.
<http://telet.inf.tu-dresden.de/JaTek.htm>.
- [15] Bernd Weidenmann . Andreas Krapp. *Pädagogische Psychologie*. BELTZ, Mnchen, 1993.

- [16] H. W. Levie. A prospectus for research of visual literacy. In *Educational Communication and Technology Journal*, 1978.
- [17] W. Stucky M. Klein. Wissensmodellierung zur flexiblen Kurserstellung. In *Informatik 2001*, 2001.
- [18] M. Meier. e-learning, Vortrag an der TU Chemnitz, 2002.
- [19] D. Berliner N. Gage. *Pädagogische Psychologie*. Psychologie Verlags Union, 1986.
- [20] S. B. Robinson. *Bildungsreform als Revision des Curriculum*. Neuwied, 1967.
- [21] C. Lecon S. Seehusen. Entwicklung von Online-Kursen für den längerfristigen Einsatz. In *Informatik 2001*, 2001.
- [22] W. Schulz. *Unterrichtsplanung*. München, 1981.
- [23] Tele-Learning, Tele-Training, Tele-Cooperating.
<http://www.tele-ltc.de/index.html>.
- [24] H.-R. Vatterrott U. Lucke, D. Tavangarian. Wissenswerkstatt Rechensysteme: Skalierbare multimediale Lehr- und Lernsoftware für die Hochschulausbildung. In *Informatik 2001*, 2001.
- [25] Virtuelle Fachhochschule.
<http://www.vfh.de/index.html>.
- [26] Fern Universitt Hagen.
<http://www.fernuni-hagen.de>.
- [27] Bernd Weidenmann. *Lern mit Bildmedien*. BELTZ, Mitterdarching, 2000.
- [28] R. Winkel, Editor. *Die bildungstheoretische Didaktik im Rahmen kritisch-konstruktiver Erziehungswissenschaften*, 1989.

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere mit meiner Unterschrift, daß ich diese Diplomarbeit selbstständig verfaßt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Chemnitz, den 13. März 2002

Nguyen Thi, Huyen Diep